

систем и оперативно влиять на экологическую ситуацию.

Считаем весьма целесообразным систему государственного экологического контроля и мониторинга в СЗЗ объекта УХО в Почепском районе Брянской области дополнить исследованиями на стационарных пробных площадях с учетом ландшафтных особенностей региона.

Система биологического мониторинга позволит проводить постоянный контроль экологической обстановки и принимать своевременные правильные решения при негативных изменениях. Регулярные наблюдения, сравнение полученных данных с аналогичными материалами в фоновой зоне помогут выявить направленность экологических процессов, дадут возможность прогноза экологической ситуации и разработки соответствующих рекомендаций по стабилизации и реабилитации природного комплекса.

Литература

1. Чупис В.Н., Растегаев О.Ю., Капашин В.П., Федотов С.А., Кондаков И.А. Система государственного экологического контроля и мониторинга объектов по хранению химического оружия и объектов по уничтожению химического оружия (структура, функциональные возможности, опыт эксплуатации) / Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. Вып. 5. 2005 г. С. 25-31.
2. Экологическое состояние природных систем в зоне арсенала химического оружия «Долина» (Почепский район Брянской области) / Под ред. В.П. Иванова. М.: Агентство Ракурс Продакшн, 2003. 36 с.
3. Санитарные правила в лесах Российской Федерации. М., 1997. 16 с.
4. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматические исследования. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 172 с.
5. Захаров В.М. и др. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.
6. Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1975. 176 с.

УДК 574.24:351.777.61

Оценка экотоксичности специфических загрязняющих веществ по изменению биохимических показателей живых организмов

© 2008. О.М. Плотникова, А.М. Корепин, И.В. Дуплякина, Н.Н. Матвеев
Региональный центр по ОУХО Щучанского района Курганской области,
e-mail: kurgan-rc@yandex.ru

В статье изложены основные подходы к организации в РЦ по ОУХО Щучанского района экотоксикологического мониторинга компонентов природной среды СЗЗ и ЗЗМ ОУХО по изменению показателей общей и неспецифической резистентности живых организмов с использованием мышей как биоиндикационных тест-объектов. Представлены некоторые результаты по влиянию метилфосфоновой кислоты на показатели перекисного окисления липидов, на содержание общих белков в сыворотке крови и гликогена в мышцах и печени лабораторных мышей.

The article deals with the basic approaches to the RC organization of ecological monitoring of natural environment components in accordance with the changes in general and non-specific resistance characteristics of living organisms (mice as bioindication objects) in sanitary zone and in safety measures zone of the CWDO in Shchuchansky area. Some results are presented that show methylphosphon acid influence on lipids peroxide oxidations parameters, as well as on the general proteins content in blood serum and glycogen content in muscles and liver of laboratory mice.

Ключевые слова: экотоксикологический мониторинг, общая и неспецифическая резистентность, тест-объекты

Для всех опасных химических производств и загрязнённых территорий независимо от их места нахождения важнейшим является разработка оперативных методов оценки токсического влияния загрязняющих веществ (поллютантов) на живые организмы с целью своевременного принятия мер по реабилитации загрязнённых территорий.

Оценка экотоксичности специфических загрязняющих веществ (ЗВ), загрязнённых

компонентов природных сред, продуктов детоксикации, дегазирующих составов, битумных масс, сельскохозяйственной продукции, выращиваемой в зоне возможного влияния объектов УХО особо актуальна для зон защитных мероприятий объектов хранения и уничтожения химического оружия (УХО) в том числе для Щучанского района Курганской области, где расположен арсенал хранения с фосфорорганическими отравляющими веществами (ФОВ).

В настоящее время контроль качества окружающей среды проводится химико-аналитическими методами, позволяющими определять индивидуальные вещества при довольно высоких концентрациях методами биотестирования, констатирующие лишь факт биотоксичности, и методами биоиндикации. Эти методы не отвечают на вопрос: каково же воздействие на живые системы комплекса ЗВ на молекулярном уровне. Среди разнообразных ЗВ наибольшее непредвиденное влияние на живые организмы могут оказывать нехарактерные для биосферы вещества-ксенобиотики, которые образуются при детоксикации ФОВ и могут появляться в природной среде. Действие специфических продуктов детоксикации ФОВ и веществ дегазирующих составов на теплокровные живые организмы изучено недостаточно.

В Региональном центре по ОУХО Щучанского района Курганской области ведётся работа по внедрению Программы экотоксикологического мониторинга на территориях санитарно-защитных зон (СЗЗ) и зон защитных мероприятий (ЗЗМ) объектов хранения химического оружия (ХХО) и уничтожения химического оружия (УХО) в рамках государственного экологического мониторинга по показателям (гематологическим и биохимическим) общей и неспецифической резистентности организма лабораторных мышей. Программой предусматривается организация системы регулярных длительных наблюдений за животным миром в районах ОУХО Российской Федерации в период работы объектов УХО, так и в постэксплуатационный период с целью оценки состояния окружающей природной среды вокруг объектов ХХО и УХО, позволяющей прогнозировать на будущее изменение её параметров, имеющих особенное значение для человека.

Экотоксикологический мониторинг является важнейшей составной частью экологического мониторинга компонентов окружающей природной среды. Экотоксикологический мониторинг – это система наблюдений за поведением токсикантов в окружающей среде, оценки токсичности различных соединений с определением той дозы вредного вещества, которая способна нанести ущерб здоровью, для составления прогнозов, проведения природоохранных мер и обеспечения экологической безопасности.

Методы экотоксикологического мониторинга основываются на исследовании реакции отдельных живых организмов в ответ на

воздействие токсикантов. В настоящее время в лаборатории биотестирования Регионального центра в качестве биотестов используются водоросли, бактерии, простейшие гидробионты (инфузории), ракообразные (дафнии). Проводится работа по изучению биохимических показателей широко распространённых в озёрах Курганской области озёрного бокоплава и карася золотого в ответ на воздействие специфических ЗВ. Особое место среди возможных для использования в качестве тест-объектов занимают теплокровные животные – мыши, изучая гематологические и биохимические показатели которых можно получить результаты, наиболее точно отражающие воздействие загрязнения окружающей среды на человека по причине схожести физиологии и биохимии этих животных и человека. Современными, надёжными, оперативными и достаточно простыми методами оценки загрязнения природной среды и токсичности продуктов деструкции химических отравляющих веществ ОУХО могут стать новые в экологическом мониторинге методы, основанные на измерении показателей общей и неспецифической резистентности организма (гематологических и биохимических) лабораторных животных (мышей и крыс). Среди них особую значимость имеют показатели антиоксидантной системы – перекисного окисления белков и липидов, показатели энергетического обмена, показатели белковообразующей и выделительной функции печени и почек, показатели иммунной системы. Важнейшими аргументами в пользу этих методов являются: а) по биохимическим показателям можно выявить экологические нарушения при самых низких уровнях загрязнения, когда ещё нет серьёзной опасности для здоровья населения; б) скорость размножения и процессы метаболизма у мышей и крыс в десятки раз выше, чем у человека. Это позволит делать достаточно быстро достоверные долгосрочные прогнозы по влиянию загрязняющих веществ в системах «доза – ответная реакция», «токсикант – живой организм – окружающая среда» с целью проведения своевременных природоохранных мер для предотвращения дальнейшего поступления загрязнителей в окружающую природную среду, чтобы не допустить необратимых изменений в экосистемах и ущерба здоровью человека.

Таким образом, экотоксикологический мониторинг компонентов природной среды СЗЗ и ЗЗМ ОУХО по изменению показателей общей и неспецифической резистентности

живых организмов с использованием мышей как биоиндикационных тест-объектов должен обеспечить наблюдение за экологическим состоянием объектов животного мира в зоне проведения мониторинга; оценку токсичности загрязнённых компонентов природных сред на территории зоны возможного влияния объекта; оценку токсичности отходов объекта УХО; сопоставление результатов экотоксикологического анализа и данных биологических наблюдений и химико-аналитического мониторинга; оценку и прогноз изменений состояния природной среды под влиянием воздействующих факторов; выявление наличия либо отсутствия связи обнаруженных отклонений с производственной деятельностью ОУХО; прогноз развития экологической ситуации.

При выборе биохимических показателей биологического и экотоксикологического мониторинга учитывали их универсальность, информативность и адекватность характеру антропогенного воздействия.

В настоящее время для характеристики антиоксидантной системы, показателей энергетического обмена, показателей белковообразующей функции печени нами изучается влияние такого ксенобиотика, как метилфосфоновая кислота (МФК).

Объектами исследования служат лабораторные белые мыши линии СВА в возрасте 2 месяцев массой 25 – 30 граммов. Животные содержатся в клетках в оптимальных условиях жизни, при свободном доступе к воде и пище (рис. 1). При проведении всех исследований мыши делятся на 4 группы: контрольные группы самцов и самок и опытные группы самцов и самок с интоксикацией



Рис. 1. Аквариумы с лабораторными мышами линии СВА в отделе экспериментальных животных лаборатории биомониторинга РЦ по ОУХО

МФК. В состав каждой из контрольных и опытных групп входит по 10 – 15 особей лабораторных мышей на каждый изучаемый показатель.

Результаты исследований обрабатываются с применением непараметрических методов статистики для малых выборок с принятием вероятности равной 0,05. Достоверность различий между несвязанными выборками определяются критерием Вилкоксона для независимых выборок.

Интоксикация проводится путём инъекций мышам подкожно физиологического раствора метилфосфоновой кислоты. Исследования начаты от уровня терапевтических доз, т. е. от концентраций МФК 1 – 2 мг/кг (10^{-5} моль/кг) массы животного. Забор исследуемого материала (кровь, печень, мышцы) производится после эвтаназии декапитацией через 72 часа после интоксикации раствором метилфосфоновой кислоты.

В работе было изучено влияние метилфосфоновой кислоты на некоторые показатели углеводного, липидного и белкового обменов у лабораторных мышей в зависимости от времени после введения МФК как токсиканта. Забор исследуемого материала производился через 12, 24, 48 и 72 часа после интоксикации раствором МФК. В результате проведённой работы было найдено, что наиболее значимые и достоверные изменения биохимических показателей наблюдаются через 48 и 72 часа после интоксикации.

В этой статье приводятся данные по изменению общего белка в сыворотке крови, данные по изменению общих липидов, диеновых конъюгатов и активности супероксиддисмутазы, а также данные по изменению содержания гликогена в печени и мышцах контрольных и опытных групп лабораторных мышей.

Общий белок в сыворотке крови лабораторных мышей может изменяться при многих патологических процессах, а также при различных видах внешних воздействий, в том числе при влиянии МФК как поллютанта.

Содержание общего белка, как сумму альбуминов и глобулинов в сыворотке крови, определяли фотометрически при 540 нм по интенсивности окраски фиолетового комплекса белка с ионами меди (биуретовый метод).

Анализ полученных результатов по содержанию общего белка в сыворотке крови в контрольных и опытных группах самцов и самок через 12, 24, 48 и 72 часа после интоксика-

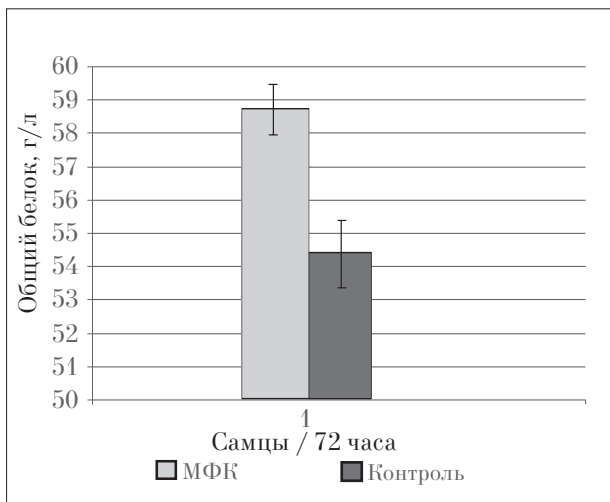


Рис. 2. Содержание общего белка в сыворотке крови в контрольных и опытных группах самцов

ции раствором МФК показал, что наиболее достоверные различия по содержанию общего белка в сыворотке крови в контрольных и опытных группах как самцов, так и самок наблюдаются через 72 часа после введения МФК (рис. 2, 3).

Из диаграмм на рис. 2 и 3 видно, что в опытных группах как самцов, так и самок наблюдается увеличение содержания общего белка в сыворотке крови по истечении 72 часов после интоксикации: у самцов на 8,5% (59,0 г/л и 54,4 г/л в опытной и контрольной группах соответственно); у самок на 21,7% (73 г/л и 59,8 г/л в опытной и контрольной группах соответственно).

Таким образом, при интоксикации МФК происходит достоверное увеличение содержания общего белка в сыворотке крови в опытных группах самцов и самок через 72 часа после интоксикации.

Гликоген печени и мышц имеет огромную значимость для энергетической системы животных. Гликоген печени является основным полисахаридом для депонирования избытка глюкозы и как источник глюкозы, поступающей через кровь во все ткани; гликоген мышц – источник глюкозы для производства энергии АТФ путём гликолиза для сокращения мышц.

При количественном определении гликогена исследуемую пробу подвергали щелочному гидролизу и далее для печени использовали полученный гидролизат, а при анализе мышечной ткани гликоген дополнительно концентрировали осаждением этанолом. Содержание гликогена определяли фотометрическим методом с антроновым реактивом.

По содержанию гликогена в печени лабораторных мышей выяснено, что содержание

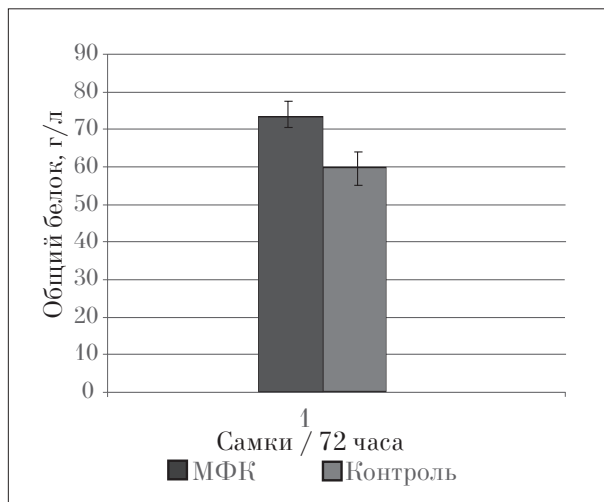


Рис. 3. Содержание общего белка в сыворотке крови в контрольных и опытных группах самок

гликогена в печени самок выше содержания гликогена в печени самцов; содержание гликогена в печени мышей после интоксикации МФК достоверно снижается на 31% у самок и на 14% у самцов (рис. 4).

В мышцах мышей содержание гликогена также достоверно изменяется: содержание гликогена в мышцах самок ниже содержания гликогена в мышцах самцов; содержание гликогена в мышцах достоверно понижается на 75% у самок и на 76% у самцов после интоксикации МФК (рис. 5).

Таким образом, при моделировании интоксикации МФК содержание гликогена в мышцах мышей изменяется сильнее, чем содержание гликогена в печени. При этом содержание гликогена в печени сильнее изменяется у самок, чем у самцов, а в мышцах содержание гликогена изменяется примерно одинаково как у самок, так и у самцов. Уменьшение гликогена в печени и мышцах в ответ на введение МФК показывает, что живой организм затрачивает достаточно энергии для утилизации и(или) вывода токсиканта из организма животного для сохранения в целостности механизмов биоэнергетики.

Активация свободнорадикального перекисного окисления липидов (ПОЛ) может происходить при действии на живые организмы фосфонатов, содержащих малополярную С-Р связь, которая может разрываться по радикальному типу. В качестве показателей перекисного окисления липидов (ПОЛ) в работе определяли общие липиды, диеновые конъюгаты (ДК), малоновый диальдегид (МДА), отклик антиоксидантной системы оценивали по активности супероксиддисмутазы (СОД).

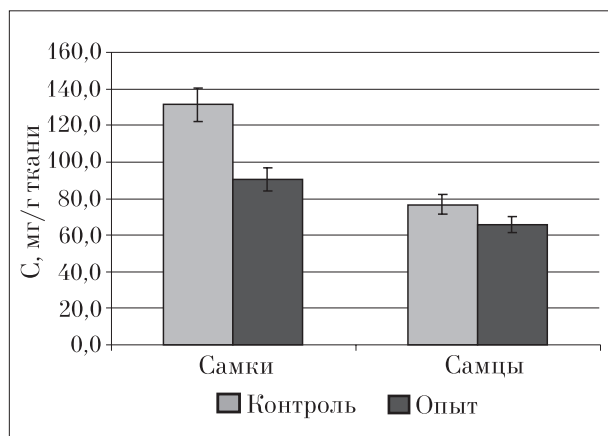


Рис. 4. Содержание гликогена в печени мышей линии СВА

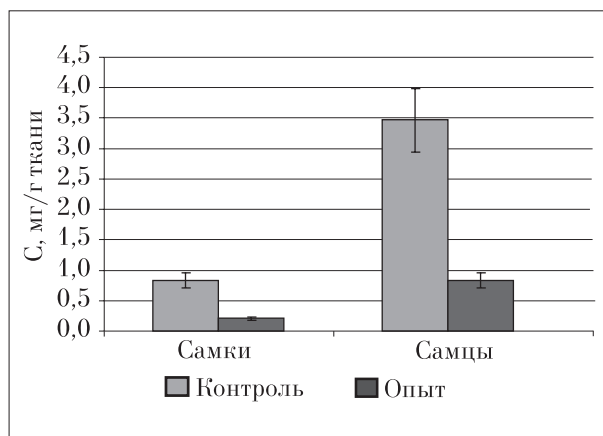


Рис. 5. Содержание гликогена в мышцах мышей линии СВА

Содержание общих липидов в сыворотке крови определяли сульфофосфванилиновым методом с использованием набора реактивов фирмы BioLaTest. Диеновые конъюгаты после экстракции из сыворотки крови определяли по измерению интенсивности поглощения в области 232 нм, обусловленной конъюгированными диеновыми структурами, возникающими при образовании гидроперекисей полиненасыщенных жирных кислот. Малоновый диальдегид определяли по реакции с тиобарбитуровой кислотой, с последующей фотометрией при 532 нм. Активность СОД определяли спектрофотометрически по ингибированию реакции восстановления тетранитротетразолиевого синего до формазана образующимися супероксидными радикалами (мкМ НСТ $1E+9$ эр/мин).

Установлено, что у самцов интоксикация МФК вызывает наибольшие нарушения. Так, содержание общих липидов в сыворотке крови в опытной группе самцов на 84% выше, чем

в контрольной, что составляет около 2,9 г/л против 1,6 г/л; а у самок в опытной группе наблюдается снижение содержания общих липидов на 18% относительно контроля. Диеновые конъюгаты как первичные продукты ПОЛ в сыворотке крови самцов определены только в контрольных группах, а в опытной группе ДК обнаруживаются только в следовых количествах и достоверно не определяются прибором. Количество МДА у самцов в опытной группе на 15% ниже, а у самок на 34% ниже, чем в контрольной группе. Активность СОД в эритроцитах самцов и самок опытных групп достоверно выше контрольных на 25% и 29% соответственно, что показано на рис. 6 и 7. Изменение активности СОД можно, видимо, рекомендовать для оценки влияния МФК на процессы перекисного окисления липидов как у самцов, так и у самок.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что метилфосфоновая

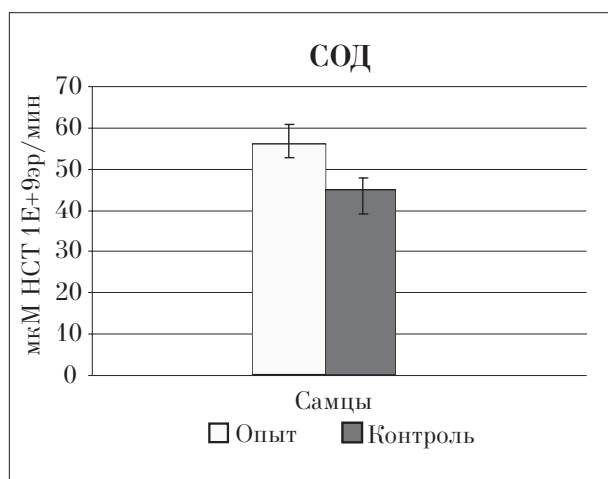


Рис. 6. Изменение активности супероксиддисмутазы в сыворотке крови самцов (мкМ НСТ $1E+9$ эр/мин)

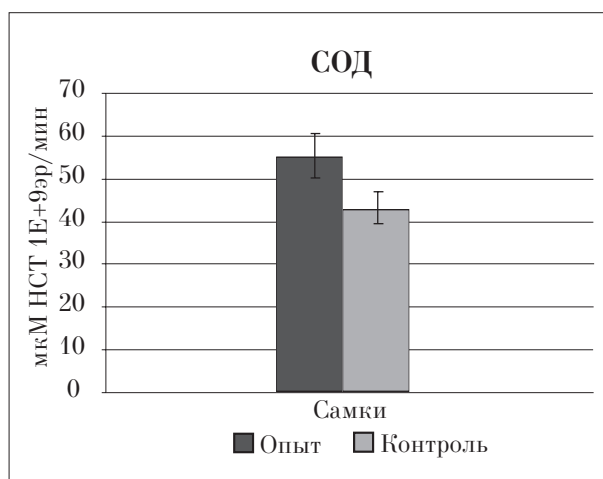


Рис. 7. Изменение активности супероксиддисмутазы в сыворотке крови самок (мкМ НСТ $1E+9$ эр/мин)

кислота влияет на процессы обмена веществ теплокровных животных, не приводя к необратимым изменениям в метаболизме.

Литература

1. Ашихмина Т.Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.

2. Векслер Б.М. Характеристика системы перекисного окисления липидов крови в семьях больных ишемической болезнью сердца. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб. 1995. 18 с.

3. Гублер Е.В., Генкин А.А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. Ленинград: Медицина, 1973. 141 с.

4. Давыдов В.В. Особенности свободнорадикальных процессов в печени взрослых и старых крыс при стрессе // Бюллетень эксперим. биологии и медицины. 2004. Т. 137. № 2. С. 160-163.

5. Кононова С.В., Несмеянова М.А. Фосфонаты и их деградация микроорганизмами // Биохимия. 2002. Т. 67. № 2. С. 220-233.

7. Современные методы в биохимии / Под ред. В.Н. Ореховича. М.: Медицина, 1977. 379 с.

УДК 623.459.8.006.014

Зообентос в системе мониторинга поверхностных водных объектов в ЗЗМ ОУХО «Марадыковский»

© 2008. Т.И. Кочурова

Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области,
e-mail: ecolab@vshu.kirov.ru

Изложены результаты исследования зообентоса рек Вятки и Погиблицы в зоне защитных мероприятий объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский». Приведены основные характеристики структуры бентосных сообществ (количество видов, численность, биомасса). Дана биоиндикационная оценка качества воды исследуемых рек.

The article shows the results of zoobenthos investigation of the Rivers Vyatka and Pogiblitza within the safety measures zone «Maradykovsky». The main characteristics of benthos communities structures (specious number, quantity, biomass). Bioindication estimation of the rivers is presented.

Ключевые слова: биомониторинг, зообентос, структура бентосных сообществ

Программой комплексного экологического мониторинга в зоне защитных мероприятий объекта по уничтожению химического оружия «Марадыковский» (ЗЗМ ОУХО «Марадыковский») предусмотрено проведение гидробиологических исследований поверхностных водных объектов. По мнению специалистов, надёжными индикаторами качества воды и грунта служат организмы зообентоса – водные беспозвоночные, обитающие на дне водоёма и в придонном слое воды [1, 2].

При контроле качества поверхностных вод по зообентосу проводится структурный анализ сообществ донных беспозвоночных. Их состав относительно постоянен, пока находится в условиях, в которых сформировался. В достаточно чистых водах сообщества характеризуются высоким видовым разнообразием. В условиях антропогенной нагрузки

выпадают группы животных, наиболее чувствительные к загрязняющим веществам. Происходит изменение видового состава биоценозов, иногда катастрофическое, приводящее к замене его другим сообществом. Анализ структуры данных сообществ позволяет получить интегративную оценку загрязнения рек и озёр, выявить отклик водных экосистем на техногенное воздействие [1].

Зообентос водоёмов, попадающих в ЗЗМ ОУХО «Марадыковский», изучается с 2004 г. Исследования проводятся на 13 водных объектах: 60-километровый участок реки Вятки от д. Тиваненки Оричевского района до д. Шестаковы Котельничского р-на, её притоки первого порядка – реки Молома, Большая Холуница, Погиблица, Истобница, притоки второго порядка – реки Берёзовка, Холуница, Пыча, Низяна; Карповые озёра, ста-