



**Актуальные проблемы  
ЭКОЛОГИИ  
Ярославской области**

*Выпуск 4*

*Том 1*



**ЯРОСЛАВЛЬ**



ПРАВИТЕЛЬСТВО ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ  
РОССИЙСКАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ (РЭА)  
ВЕРХНЕВОЛЖСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК (РАЕН)  
ВЕРХНЕВОЛЖСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ЭКОЛОГИИ  
ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Материалы  
Четвёртой научно-практической  
конференции

Ярославль, июнь, 2008

*Том 1*

Ярославль, 2008

**Актуальные проблемы экологии Ярославской области:** Материалы Четвёртой науч.-практич. конференции. Вып. 4. Том 1. – Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2008. – 332 с.

Ответственный редактор  
Заслуженный деятель науки Российской Федерации,  
доктор биологических наук, профессор, академик РЭА  
*В.И. Лукьяненко*

#### Редколлегия

*В.В. Афанасьев* – доктор пед. наук, профессор, академик РАЕН,  
*А.И. Кузьмичев* – доктор биол. наук, академик РЭА, *А.С. Литвинов*  
– доктор геогр. наук, член-корр. РЭА, *Г.С. Миронов* – доктор хим.  
наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники, академик  
РАЕН, *Ю.В. Новиков* – доктор мед. наук, профессор, академик  
РАМН, *И.К. Ривьер* – доктор биол. наук, академик РЭА,  
*М.В. Хабаров* – кандидат биол. наук, член-корр. РЭА (ответственный секретарь), *Б.Н. Хахаев* – доктор техн. наук, Заслуженный геолог РФ, академик РАЕН, *Н.Л. Черная* – доктор мед. наук, профессор

#### Аннотация

В книге опубликованы материалы Четвертой научно-практической конференции по актуальным проблемам экологии Ярославской области. В докладах рассмотрены современное состояние уровня загрязнения атмосферного воздуха и поверхностных водоемов, особо охраняемые природные территории, редкие виды растений и животных, экологозависимые заболевания человека; организационные, технологические и экономические аспекты охраны окружающей среды, экологическое образование, просвещение и воспитание.

Книга предназначена для биологов, экологов, гидробиологов, медиков, учителей, специалистов в области охраны окружающей среды, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Оригинал-макет изготовлен научно-издательским отделом ВВО РЭА.

Лицензия на издательскую деятельность ЛР №030814.

Компьютерная вёрстка: Хабаров М.В.

© Верхневолжское отделение Российской экологической академии, 2008

**П Л Е Н А Р Н Ы Е  
Д О К Л А Д Ы**



## **ЭКОНОМИКА БЕЗ ЭКОЛОГИИ – ПУТЬ В НИКУДА**

*Лукьяненко В.И.*

*Верхневолжское отделение Российской экологической академии*

Как известно, в последнюю четверть ушедшего XX столетия человечество вступило в эпоху глубокого эколого-экономического кризиса. Первоначально он считался энергетическим, однако на самом деле его истоки связаны с нарастающими масштабами истощения природных ресурсов и загрязнения окружающей природной среды, вызывающего деградацию наземных и водных экосистем, снижение биоразнообразия растительного и животного мира и ухудшение здоровья людей. Свидетельств тому много. Приведу лишь некоторые из них.

Еще в начале XX века человечество извлекало из недр земли 20 элементов периодической системы, а ныне – 92 элемента. Только в период с 1960 по 1995 годы мировое потребление минералов выросло в 25 раз, металла – в 21 раз, дерева – в 23 раза, синтетических материалов – в 56 раз. К середине минувшего XX столетия человечество извлекло из недр Земли 2 млрд. тонн железа, 50 млрд. тонн угля и 15 млрд. тонн нефти, причем к настоящему времени ежегодная мировая добыча нефти достигла 3,5 млрд. тонн. Эксперты считают, что нефти осталось на 25 лет, угля на 50 лет и железа на 100 лет. За последние полвека цветных и редких металлов добыто больше, чем в течение всей предыдущей человеческой истории.

Ежегодно в мировой Океан попадает более 30 миллионов тонн нефтепродуктов, вследствие чего 20% его поверхности покрыты нефтяной пленкой, а в атмосферу планеты выбрасывается более 1 миллиарда тонн различных взвесей, причем одними лишь США – почти 200 миллионов тонн вредных веществ. Среди них чрезвычайно опасные оксиды серы, являющиеся ведущим фактором образования так называемых кислотных дождей. Под их воздействием только в Канаде погибли 4 тысячи озер и еще 12 тысяч озер находятся на грани гибели.

Жители США (а это всего лишь 6% населения Земли) потребляют около 40% мировых ресурсов, причем один американец использует в течение года 370 тонн сырья и материалов, а все американцы – 10 миллиардов тонн, что составляет около трети материалов, вращающихся в глобальной экономике. В результате хозяйственной деятельности на протяжении XX столетия в атмосферу попало 1,5 млн. тонн мышьяка, более 1 млн. тонн кремния, около 900 тыс. тонн кобальта, сотни тысяч тонн свинца, содержание которого в костях современного человека почти в 50 раз выше, чем в останках наших древних предков.

Созданный руками человеческими, автомобиль, ежегодно уносит жизни 300 тыс. человек, а увечья получают около 8 млн. человек. В России, численность населения которой 2,4% населения Земли, ежегодно погибает в автокатастрофах 30 тыс. человек (10% от общего количества погибших), то есть в 4 раза больше среднемирового уровня. С каждым десятилетием увеличиваются горы промышленных и трудно утилизируемых бытовых отходов. По мнению выдающегося датского физика Нильса Бора «человечество не погибнет в атомном кошмаре – оно задохнется в собственных отходах».

Стремительно растет мировая добыча и потребление возобновляемых природных ресурсов, в первую очередь леса, рыбы и других биопродуктов. Когда то леса покрывали от 80 до 90% территории Европы, ныне они занимают всего лишь 33% площади, а лесные площади планеты в целом за прошедшее столетие сократились в 2 раза. Только за последние 5 лет площадь лесов Российской Федерации уменьшилась на 51,6 млн. га, и складывается впечатление, что это только начало новой волны крупномасштабных рубок.

За 10 с небольшим лет (с 1984 по 1996 год) мировой улов рыбы вырос в 3 с лишним раза. По данным ФАО 11 из 15 зон рыболовства и 70% ценных видов рыб полностью уничтожены или находятся на грани исчезновения. В 70-х годах минувшего XX столетия в Черном море добывали 26 видов рыб, а ныне – только 5. По данным всемирного союза охраны природы гибель сегодня угрожает более чем 15 тысячам видов растений и животных. Среди них и подлинное чудо природы – всемирно известные осетровые рыбы России. Еще совсем недавно, каких то два десятилетия тому назад, каспийские осетровые давали 72-82% мирового улова осетровых и 90-93% выработки всей черной икры, а сегодня добыча осетровых на Каспии запрещена. По мнению международных экспертов под угрозой вымирания находятся 30% ныне живущих рыб, 14% млекопитающих и 11% птиц. Масштабы грядущего сокращения биоразнообразия просто потрясают. Всего лишь за четверть века, а именно в период с 1970 по 1995 год, люди уничтожили 30% природных ресурсов планеты.

Стремительное истощение природных ресурсов и, что не менее важно, нарастающее крупномасштабное загрязнение атмосферы и гидросферы, формирует опасную для жизни окружающую природную среду, и этот процесс зашел настолько глубоко, что стал угрожать существованию человечества на нашей планете. В конце 60-х – начале 70-х годов XX столетия экологам удалось повернуть мировую общественность лицом к надвигающейся экологической катастрофе. В декабре 1968 года по инициативе ЮНЕСКО в Париже состоялась

международная конференция, участники которой подчеркнули исключительную остроту проблемы загрязнения и уничтожения природы. В ряде стран, и прежде всего в США, экологическое бедствие приняло в то время катастрофический характер.

Летом 1972 года в столице Швеции Стокгольме прошла всемирная конференция по защите окружающей среды, в которой приняли участие полномочные представители 113 государств, в том числе и Советского Союза. На весь мир прозвучало обращение участников конференции, в котором подчеркнута одна простая, но очень важная идея: «У всех у нас только одна земля, здесь мы рождаемся и здесь остаемся навсегда. Всё, что мы имеем, мы получаем от нее. Давайте же беречь землю, как свой единственный дом!». Участники конференции приняли решение о ежегодном проведении Всемирного дня охраны окружающей среды, и определили этот день – 5 июня. Сегодня мировое сообщество и мы с вами отмечаем этот день в 36 раз.

Время летит, но существенных перемен к лучшему пока немного. Продолжающаяся крупномасштабная производственно-хозяйственная деятельность истощает природные ресурсы, а отходы производства формируют опасную для жизни окружающую среду и приближают человечество к глобальной экологической катастрофе. Поэтому в 1992 году в Бразилии, в Рио-де-Жанейро состоялась очередная международная конференция под эгидой ООН по проблеме «Окружающая среда и развитие». Участники конференции провозгласили необходимость перехода мирового сообщества на модель «устойчивого» развития (sustainable development), согласно которой дальнейший прогресс человечества возможен только при условии обеспечения баланса между решением социально-экономических проблем нынешнего поколения и сохранением окружающей среды в интересах и во благо нынешних и будущих поколений.

Здесь, пожалуй, следует отметить, что общепринятый в России перевод английского словосочетания «sustainable development», как «устойчивое развитие», по мнению многих «не совсем удачен», а на мой взгляд – весьма неудачен. Первым на это обстоятельство обратил внимание выдающийся советский ученый, академик Валентин Афанасьевич Коптюг, который возглавлял группу российских ученых, входивших в состав делегации нашей страны, принимавшей участие в работе бразильского экологического форума. Вскоре после этого по инициативе В.А. Коптюга при Государственной Думе РФ была создана Комиссия по проблемам устойчивого развития и разработана «Научная основа стратегии устойчивого развития Российской Федерации», одобренная участниками Всемирной встречи на высшем уровне по устойчивому развитию в Йоханнесбурге.

Позже другой выдающийся русский ученый, академик Никита Николаевич Моисеев, совершенно справедливо подчеркивал, что понятие «развитие» является антиподом понятий «устойчивости» и «стабильности». Иными словами устойчивое развитие невозможно по определению, ибо там, где есть развитие, стабильности уже нет и быть не может. Тем не менее, Н.Н. Моисеев считал нецелесообразным отказываться от этого словосочетания, поскольку оно вошло в научный оборот и широко используется в официальных документах.

Тем не менее, вопрос о переводе на русский язык английского словосочетания «sustainable development» остается открытым и по-прежнему дискутируется в научных кругах. Весьма показательна в этом отношении позиция российского академика М.Ч. Залиханова, нынешнего председателя Комиссии по проблемам устойчивого развития. Разделяя точку зрения Н.Н. Моисеева, он считает возможным называть устойчивое развитие «жизнестойким» развитием. «Для нас, в первую очередь, важно, – пишет М.Ч. Залиханов, – чтобы мы сами понимали, что подразумеваем, когда говорим об устойчивом развитии. Если коротко, то самое главное, что мы имеем в виду, можно выразить в тезисе: необходимо, чтобы завтрашнее поколение жило не хуже нас, не в худших условиях» (Залиханов, 2005).

Уже сам факт продолжающейся терминологической дискуссии, а так же возникающая необходимость многословных разъяснений, однозначно свидетельствуют о неудачности предложенного словосочетания. В этой связи невольно вспоминаешь широко распространенную поговорку о том, что «как лодку назовешь, так она и поплывет» или другую, более близкую ученым – «суть явления поймешь, коль правдиво наречешь». Я полагаю, что вместо крайне неудачного словосочетания «устойчивое развитие» более уместно использовать «сбалансированное развитие», то есть экологически безопасное экономическое развитие. Именно сбалансированное развитие позволит решить сложнейшие социально-экономические задачи, стоящие перед человечеством и сохранить природу, как среду обитания.

Итак, в 1992 году Российская Федерация подписала основные документы Конференции в Рио-де-Жанейро. В 1995 году Указом Президента Российской Федерации Концепция «устойчивого развития» была принята в качестве государственной доктрины, в соответствии с которой страна должна была: 1) сократить потребление природных ресурсов, 2) увеличить удельный вес наукоемкой продукции в валовом внутреннем продукте (ВВП) и 3) снизить антропогенное загрязнение окружающей среды. С тех пор минуло более 10 лет и пришло время подвести первые итоги.

Важнейшей задачей «устойчивого развития» является постепенное снижение масштабов потребления природных ресурсов и их замена с помощью высоких технологий. Удалось ли нам приблизиться к решению этой задачи? К сожалению, нет: за последние полтора десятилетия удельный вес сырьевых ресурсов в экономике страны возрос более чем в 2 раза. Энергоемкость российской экономики по-прежнему очень высока и в 2-4 раза превышает показатель развитых стран. Общие экономические издержки от истощения природных ресурсов и деградации окружающей среды достигли в 2004 году 13% ВВП. При этом экономические издержки от загрязнения окружающей среды увеличились от 3.1 до 5.8% ВВП, а экономические издержки в связи с ухудшением здоровья населения возросли от 4.2 до 6.6% ВВП, причем в отдельных регионах страны ущерб здоровью населения достигает 8-10% валового регионального продукта. Если учесть, что рост ВВП в 2004 году составил 9%, а экологические потери достигли 13% ВВП, то становится очевидным, что устойчивое развитие является для нас пока целью, но не достижением. Кстати, по оценке Всемирного банка, аналогичная ситуация сложилась в 2004 году и в Китае, где при росте ВВП на 10% экологический ущерб составил 12%.

Глубокое сожаление вызывает и то обстоятельство, что львиная доля извлекаемых из недр природных ресурсов, а именно от 90 до 97% добычи металлов (медь, никель, алюминий), 45% извлекаемой нефти и более 30% газа вывозится за рубеж, продажа которых обеспечивает до 70% экспортных поступлений в бюджет страны. И все бы ничего, если огромные суммы «нефтедолларов» использовались бы с умом, то есть шли на развитие инфраструктуры и наукоемких отраслей экономики, подобно тому, как это происходит в Арабских Эмиратах, Кувейте, Норвегии или Венесуэле. Арабские Эмираты, например, всего за 30 лет с момента обнаружения нефти превратились из отсталой в одну из самых развитых стран мира. Сегодня от 70 до 80% доходов приносит инфраструктура, которая через 5 лет будет давать уже 90-95% всех доходов страны.

Как известно, интегральный экономический потенциал в развитых странах на 64% формируется человеческим капиталом и только на 20% – сырьевым. В России все перевернуто: 72% формируется сырьевым фактором и только 14% человеческим капиталом. Ориентация экономики на природные ресурсы неизбежно ведет к низкой зарплате и служит питательной средой для коррупции. И этот дисбаланс не изменится до тех пор, пока мы не станем производить продукцию, основная стоимость которой формируется человеком, а не природой. Ориентация на интеллектуальный труд увеличивает долю зарплаты в ВВП, уменьшает коррупционный риск и повышает уважение к личности.

Тем не менее, до недавнего времени деньги от распродажи природных ресурсов мы складывали в мешок «на черный день», в так называемый стабилизационный фонд, причем храним этот мешок на Западе, в особо ценных бумагах «с минимальным, но гарантированным» доходом. Иными словами, наши деньги работают на западную экономику, на развитие у них новых технологий. Между тем, в самой России в период с 1990 по 2000 годы удельный вес наукоемких отраслей в экономике, в частности в машиностроении, снизился с 33.6 до 20.5%, а удельный вес инновационных технологий – с 7.3 до 0.7%, то есть более чем в 10 раз! Поэтому со временем мы будем вынуждены покупать новые «западные» технологии, причем по чрезвычайно высоким ценам в сравнении с ценами, которые формируют сегодня развитые страны на природные ресурсы, выкачиваемые из развивающихся сырьевых стран, в том числе и из России.

Словом, по двум из трех критериев «устойчивого развития», а именно по снижению удельного веса ресурсопотребляющих отраслей и увеличению удельного веса наукоемких отраслей экономики, мы не только не приближаемся к устойчивому развитию, но и удаляемся от него.

Теперь обратимся к третьему критерию «устойчивого развития» – снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду при добыче природных ресурсов и промышленном производстве. К сожалению, и здесь никаких серьезных подвижек в реализации концепции «устойчивого развития» не происходит. Продолжается ничем не регламентируемая, можно сказать хищническая, эксплуатация природных ресурсов, в первую очередь нефти. По мнению бывшего министра бывшего Министерства геологии СССР Евгения Козловского, природопользование в России вырождается в браконьерство. В погоне за баснословными прибылями новоявленные нефтяные короли, грубо нарушая технологию добычи «черного золота», извлекают лишь 30-40% нефти, а большая ее половина остается в недрах, добыть которую впоследствии можно будет лишь с огромными экономическими издержками.

Директор Института геологии, нефти и газа РАН, академик Иван Нестеров считает, что в результате неправильной разработки месторождений нефти страна потеряла около 20 млрд. тонн драгоценного энергетического сырья. Обводненность основных месторождений нефти достигает сегодня 90-95%. По данным профессора МГУ Сергея Бобылева рентабельных запасов нефти у нас осталось до 2015 года, поскольку нынешняя нефтедобыча основана на доисчерпании месторождений, разведанных еще в советские времена. Неприемлемо

высокими остаются масштабы потерь сырой нефти при ее добыче и транспортировке, которые достигают от 2 до 7% объемов добычи и колеблются от 4.3 до 14.9 млн. тонн в год.

Как известно, по Конституции РФ все природные богатства, в том числе и нефть, принадлежат народу, а государство – уполномоченный народа по управлению этими богатствами. Тем не менее, в начале 90-х годов минувшего столетия государство добровольно ушло из многих секторов экономики, в том числе и из добычи природных ресурсов, передав ее в частные руки. В принципе, подобная ситуация имеет место и в других странах, однако право на контроль за тем, как добываются и продаются природные ресурсы, рачительные хозяева оставляют за собой. У нас же в либеральном угаре просто бросили народную собственность, прикрываясь абстрактным лозунгом, что государство в управлении всегда менее эффективно, чем частные предприятия (утверждение, на мой взгляд, далеко не бесспорное). В результате, в течение 5 лет (с 1991 по 1995 год) лицензии на добычу минеральных ресурсов выдавались, по мнению нынешнего министра природных ресурсов Ю. Трутнева, практически без каких-либо условий со стороны государства. Поэтому спросить сегодня за варварскую добычу полезных ископаемых в недалеком прошлом вроде как и не с кого. Точно также трудно найти ответственного за более чем 10-летний простой в геологоразведке, вследствие чего практически полностью исчерпан поисковый задел. Западные страны затрачивают на воспроизводство природных ресурсов от 5 до 8% стоимости продукции горного комплекса, а Россия – в 25-40 раз меньше, то есть 0.2%. И лишь в самое последнее время Министерством природных ресурсов разработана программа активизации поиска полезных ископаемых.

Не менее остро стоит сегодня и проблема антропогенного загрязнения окружающей среды промышленными отходами. Несмотря на обвальное, почти двукратное снижение промышленного производства, имевшее место в 90-х годах ушедшего столетия, принципиальных изменений состояния окружающей среды не произошло. Более того, экологическая ситуация в России продолжает ухудшаться. В регионах с интенсивной нефте- и газодобычей накапливается ущерб, причиненный природе в результате загрязнения почв, подземных вод и поверхностных водоемов, сжигания попутного газа. Более 10 тыс. заброшенных скважин, сотни рудников и шахт представляют реальную угрозу экологической безопасности во многих регионах Российской Федерации. Кроме того, в процессе переработки добываемой нефти ежегодно образуются до 6 млн. тонн в год нефтесодержащих отходов.

Почти 15% территории нашей страны, где проживает основная часть населения (около 60%), где сосредоточены основные производственные мощности и наиболее продуктивные сельскохозяйственные угодья, находятся по экологическим показателям в критическом или околोकритическом состоянии.

За последние 7 лет суммарные объемы выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников выросли на 10%, от автотранспорта – на 30%. В разные годы превышение допустимых концентраций одного или нескольких вредных веществ в атмосферном воздухе имело место в 170-207 городах России. Число городов с высоким уровнем загрязнения (ИЗА – более 7) увеличилось за это время почти в 2 раза: с 70 до 130. В результате практически две трети населения страны проживает на территории, где уровень загрязнения атмосферного воздуха не соответствует гигиеническим нормативам, причем 50 млн. жителей дышат воздухом, загрязнение которого превышает допустимые санитарные нормы в 10 раз.

По данным экспертов, объемы отходов производства и потребления за рассматриваемый период времени увеличились на 50%, общий объем накопленных в Российской Федерации отходов превысил 80 млрд. тонн, из них 1,4 млрд. тонн – токсичные. В отдельные годы темпы образования отходов достигают 15-16% в год, опережая тем самым темпы роста ВВП без малого в 2 раза. Около 90% твердых бытовых и 60% промышленных отходов не утилизируются, а вывозятся на полигоны и свалки, выступая в качестве дополнительных источников загрязнения атмосферного воздуха, подземных вод и поверхностных водоемов.

Особую опасность представляет антропогенное загрязнение поверхностных водоемов, служащих основным источником питьевого водоснабжения населения практически во всех регионах России. Хотя за последнее десятилетие XX века общее количество сточных вод, поступающих в водоемы, сократилось на 24% (с 73.2 до 55.6 кубокилометров), а загрязненных сточных вод – на 27.5% (с 28.0 до 20.3 кубокилометров), существенного улучшения не произошло. Качество воды в большинстве источников централизованного водоснабжения не соответствует санитарным нормам. Только 50% питьевой воды в городах Российской Федерации соответствуют санитарным нормам. Загрязненный воздух, плохая вода, неполноценное и некачественное питание, ведут к ухудшению здоровья и сокращению продолжительности жизни населения. В первую очередь страдают, естественно, дети. Уже сегодня 17% младенцев рождаются с генетическими отклонениями. Если этот показатель достигнет 30%, в популяции нач-

нутя необратимые изменения, которые приведут, в конечном счете, к ее вымиранию. Лишь 12% выпускников школ Российской Федерации медики признают абсолютно здоровыми.

Растущий уровень загрязнения окружающей среды, в первую очередь атмосферного воздуха и поверхностных водоемов, вызывает озабоченность все более широкого круга населения. И это не случайно, поскольку только 15% городского населения живет в нормальной экологической среде. По данным социологических опросов ВЦИОМ и Фонда «Общественное мнение», экологическая ситуация беспокоит более 80% взрослого населения страны, а 55% опрошенных оценивали экологическую обстановку в местах своего проживания как «неблагоприятную», «плохую» или «критическую».

Естественно, возникает вопрос, почему за минувшее десятилетие с момента принятия Концепции «устойчивого развития» в качестве государственной доктрины экологическая ситуация в стране продолжает ухудшаться? Причин тому много, но мы остановимся лишь на двух из них. Первая – отсутствие внятной экологической политики на федеральном уровне, что является прямым следствием бесконечных, причем хаотических реформ природоохранных служб. Начавшаяся с 1995 года, реорганизация контролирующих структур, привела их к практически полному параличу и «деэкологизации» государственного управления. Были ликвидированы министерство по охране природы, экологический департамент в правительстве, межведомственная комиссия по экологической безопасности в Совете безопасности России.

В результате этих «новаций» был разрушен более или менее отлаженный механизм контроля за природопользованием и состоянием среды обитания. Справедливости ради следует отметить, что постоянные эксперименты над природоохранными службами проходили и в доперестроечные времена. Созданный в 1988 году комитет Госкомэкологии несколько раз затем преобразовывался, то объединяясь, то разделяясь с природно-ресурсными ведомствами. Тем не менее, за 11 лет своего существования этот государственный орган, несмотря на постоянные реорганизации и сокращение штатов, сумел создать работоспособную систему управления охраной окружающей среды в стране.

В мае 2000 года Госкомэкология России была вообще упразднена, а осуществление экологического контроля в стране поручено Министерству природных ресурсов РФ, которое должно было совместить несовместимое – обеспечивать нарастающую эксплуатацию природных ресурсов в интересах частного капитала и одновременно проявлять заботу о сохранении качества окружающей среды в интересах общества. Сложившаяся ситуация вызвала резкую критику со сторо-

ны ученых и специалистов также и на Третьем Всероссийском съезде по охране природы, участником которого довелось быть и мне: шесть секций, несмотря на жесткое противостояние руководства Минприроды, приняли резолюции о необходимости восстановления самостоятельного государственного органа по охране окружающей среды.

Эти и другие требования экологической общественности были услышаны Президентом Российской Федерации. Экологические проблемы России стали в центре внимания состоявшегося в 2003 году заседания Государственного совета при Президенте, по результатам которого в составе Минприроды РФ была создана государственная служба по охране окружающей среды. Однако уже в 2004 году в результате очередной структурной перестройки государственного аппарата функции управления природопользованием и охраны окружающей среды были вновь разделены, но весьма странным образом. В составе Минприроды РФ появились на правах юридически самостоятельных структур Управление по контролю за природопользователями (Росприроднадзор) и три агентства по природным сферам: водным ресурсам, лесам, недрам. При этом один из важнейших рычагов воздействия на нарушителей природоохранного законодательства – функция лицензирования (выдача, контроль и аннулирование лицензий на использование природных ресурсов), оказался у агентств, а не у контролирующего управления.

Одновременно с этим, в России появилась новая Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, подчиненная напрямую Правительству Российской Федерации. Она соединяет в себе полномочия четырех контролирующих ведомств: экологического контроля МПР РФ, горного и промышленного надзора Госгортехнадзора РФ, надзора в сфере ядерной и радиационной безопасности Госатомнадзора РФ и энергетического надзора Минэнерго РФ. Сама по себе идея объединения полномочий таких мощных надзорных органов, обеспечивающих экологическую и промышленную безопасность, на мой взгляд, весьма продуктивна, поскольку так уж сложилось, что в России, чем больше контролирующих служб, тем меньше эффективность их контроля. Однако практическая реализация этой идеи вызывает определенную настороженность. Так, например, официальной аббревиатурой новой природоохранной службы стала не «Росэкотехнадзор», а просто «Ростехнадзор». Казалось бы, деталь незначительная, но говорит о многом.

Есть и другие, более серьезные основания сомневаться в эффективности новой реорганизации государственных природоохранных структур. По старой российской традиции приоритета полумер поло-

жения об МПР РФ, о Росприроднадзоре и о Ростехнадзоре содержат сходные или одинаковые функции правового регулирования и контроля в сфере охраны окружающей среды, обеспечения рационального природопользования и экологической безопасности. По существу, единый объект государственного контроля, а именно окружающую среду, в которую, естественно, входят и природные ресурсы, и среда обитания человека, в первую очередь воздух и вода, искусственно разделили по нескольким несвязанным в систему органам, ни один из которых не несет ответственности за состояние окружающей среды в целом и обеспечение экологической безопасности в стране.

В результате, Ростехнадзор и Росприроднадзор дублируют свои функции экологического надзора, которые, в принципе, невозможно разграничить. Более того, эти два природоохранных органа получили возможность государственной экологической экспертизы, что еще более усилило хаос в сфере экологического контроля. В результате работать приходится в условиях межведомственных конфликтов, противоречивости и декларативности действующего законодательства. В этих условиях обеспечить экологическую безопасность весьма трудно, если вообще возможно.

Именно поэтому на состоявшейся в Москве в конце мая 2006 года отчетно-перевыборной конференции Российской экологической академии участники конференции единогласно поддержали обращение председателя Высшего экологического совета Комитета по экологии Государственной Думы РФ академика М.Ч. Залиханова в Правительство Российской Федерации с просьбой восстановить единый государственный природоохранный орган, который должен будет разработать основы экологической политики нашего государства и планомерно проводить ее в жизнь по всей вертикали власти.

Вторая причина ухудшения экологической ситуации в стране состоит, на наш взгляд, в отсутствии законодательно закрепленных эффективных экономических механизмов управления природоохранной деятельностью. И это при том, что сегодня к природоохранному (экологическому) законодательству Российской Федерации относится более 550 нормативных документов, в том числе Конституция РФ (соответствующие статьи), 45 законов, включая Федеральный закон «Об охране окружающей среды», 5 кодексов, более 140 постановлений правительства РФ, 15 Указов Президента РФ, большой массив ведомственных актов, а также 16 основополагающих международных конвенций в области охраны окружающей среды, подписанных нашей страной.

В этой массе нормативных документов накопилось много разночтений и противоречий, сохранились нормы, мешающие развитию рыночных механизмов природопользования и охраны окружающей среды. Наиболее сложная ситуация сложилась в правовом обеспечении нормирования экологических воздействий, экономического регулирования природопользования и регламентации разрешительной деятельности. До сих пор отсутствуют крайне необходимые федеральные законы о плате за негативное воздействие на окружающую среду, об обязательном экологическом страховании, о зонах экологического бедствия, об охране почв, о возмещении вреда от экологических правонарушений, в том числе возмещение экологического вреда прошлых лет.

Еще в 2003 году президент В.В. Путин заострил внимание на необходимости принятия Закона «Об обязательном экологическом страховании», однако промышленное лобби уже несколько лет успешно его торпедирует еще на уровне комиссий и комитетов Государственной Думы. Между тем, только в 2005-2006 годах на ликвидацию техногенных аварий было направлено 70 млрд. рублей, причем из страховых средств всего лишь 0,2% (!), то есть государство, а точнее мы – налогоплательщики, как и в доперестроечные времена, несем основную ношу, хотя промышленное производство уже давно стало частным. К сожалению, развитие законодательства в сфере хозяйственной деятельности происходит без учета общих принципов и задач обеспечения благоприятных экологических условий жизнедеятельности населения и устойчивого экономического развития страны.

Сегодня, как и 10-15 лет тому назад, единственной формой экономического регулирования воздействия на окружающую среду хозяйствующими субъектами является плата за негативное воздействие. Ее величина до смешного мала и составляет в среднем 0.5% от всех налоговых отчислений предприятия. Объемы поступления в бюджеты всех уровней от платы за негативное воздействие на окружающую среду составляют всего лишь 10 млрд. рублей в год, в том числе в федеральный бюджет – 2 млрд. рублей. Между тем, экономический ущерб от загрязнения одних лишь поверхностных водоемов составляет 30-40 млрд. рублей в год, а общие экономические издержки от деградации природной среды, как мы уже отмечали, достигают 13% ВВП в год.

Тем не менее, товаропроизводители и добытчики природных ресурсов весьма неохотно компенсируют потери, наносимые природе и обществу своей «хозяйственной» деятельностью. В 1999 году Торгово-промышленная палата (ТПП) Российской Федерации обзавелась собственным комитетом по природопользованию, вокруг которого

тут же объединились крупные частные компании для ревизии и без того чрезвычайно мягкой системы налогообложения за эксплуатацию природных ресурсов и загрязнение окружающей среды. И что самое поразительное, им довольно быстро удалось отменить в судебном порядке экологические платежи до принятия Федерального закона «Об экологических платежах».

В результате, в период с марта по декабрь 2002 года потери (дефицит) утвержденного бюджета страны составили 6.6 млрд. рублей. Словом, загрязняя сколько хочешь и не плати ни рубля за нанесенный природе ущерб! Более того, промышленники подготовили и стали активно лоббировать собственную редакцию закона «Об экологических платежах», кардинально отличающуюся от проекта закона, представленного Минприроды РФ (см. таблицу).

Позиции Минприроды РФ и бизнеса при подготовке  
федерального Закона «Об экологических платежах»

I. Платежи в период с 1993 по 2002 год	
Вид антропогенного воздействия	Статья бюджета предприятия
1. Загрязнение окружающей среды в пределах нормативов	1. Из себестоимости продукции
2. За вредное воздействие в пределах лимитов (временных нормативов)	2. В случае их превышения – из прибыли, в 25-кратном размере. При соблюдении – из себестоимости продукции.
3. За сверхлимитное загрязнение окружающей среды	3. Из прибыли, в пятикратном размере от ущерба
II. Платежи были отменены в период с марта по декабрь 2002 года. Дефицит бюджета составил 6,6 млрд. рублей	
III. Предложения от бизнес-сообщества на будущее	
1. Исключить из базы исчисления экологических платежей плату за воздействие в пределах допустимых нормативов воздействия	
2. Ставки платы за негативное воздействие предприятий на качество окружающей среды предлагается повысить на 15-20% по отношению к 2001 году и поэтапно увеличивать в течение 15 лет, с учетом достигнутого уровня технологического перевооружения предприятий	
3. Необходимо сократить понижающие коэффициенты к плате за размещение отходов на территории природопользователя	
4. Размеры платежей должны быть разумными	

Владельцы компаний хотели бы бесплатно эксплуатировать природные ресурсы и загрязнять атмосферу и поверхностные водоемы в случае, если не происходит превышения приемлемого (!) уровня антропогенного воздействия на окружающую среду, или, в крайнем случае, удвоить размеры экологических платежей только через 10 лет. Вряд ли можно сомневаться, что такое пожелание находится в противоречии с понятием рыночной экономики. В случае принятия закона «Об экологических платежах», подготовленного бизнесменами, произойдет возврат к советским методам освоения ресурсов, которые позволяли брать «взаймы у природы» до начала экономического процветания. К чему все это привело, мы знаем: процветание завершилось застоем, а застой сменился перестройкой и, в конечном счете, сменой общественно-политического строя.

Сегодня многие начинают понимать, что развитие производства без учета и компенсации потерь, наносимых при этом окружающей природной среде, в корне противоречит концепции «устойчивого развития», взятой на вооружение цивилизованным миром. Добрым знаком к переменам в лучшую сторону послужили выступления бывшего президента России В.В. Путина и нынешнего президента России Д.А. Медведева на Совете безопасности РФ, состоявшегося 30 января 2008 года, в которых впервые за многие годы охрана окружающей природной среды была названа вопросом государственной важности и приоритетом российской политики.

**ДЕПАРТАМЕНТ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ:  
ИТОГИ РАБОТЫ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ**

*Лихобабин С.П.*

*Департамент охраны окружающей среды и  
природопользования Ярославской области*

Департамент охраны окружающей среды и природопользования Ярославской области был создан постановлением Администрации Ярославской области № 95 от 20.03.2007. Это решение продиктовано необходимостью реализации тех новых полномочий, которые были возложены на субъекты Российской Федерации:

- ведение учета объектов и источников негативного воздействия на окружающую среду, государственный экологический контроль которых осуществляется субъектом Российской Федерации,

- ведение контроля платы за негативное воздействие на окружающую среду по объектам хозяйственной и иной деятельности, за исключением объектов, подлежащих федеральному государственному экологическому контролю.

- осуществление государственного контроля за деятельностью в области обращения с отходами на объектах хозяйственной и иной деятельности в соответствии со своей компетенцией.

- выдача разрешений на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками, проведения государственного контроля за охраной атмосферного воздуха, за исключением контроля на объектах хозяйственной и иной деятельности, подлежащих федеральному государственному экологическому контролю.

- проведение государственной экологической экспертизы объектов регионального уровня;

- выдача разрешений на использование водных объектов;

- организация мероприятий по охране водных объектов и предотвращению вредного воздействия вод на территории Ярославской области;

- осуществление государственного регионального контроля за водными ресурсами области;

- проведение регионального государственного геологического контроля.

В целях нормативно-правового обеспечения исполнения указанных функций постановлением Администрации Ярославской области от 21.12.2006 № 118 «О мерах по реализации государственных полномочий в сфере охраны окружающей среды на территории Яросла-

ской области» исполнение функций было возложено на департамент АПК, охраны окружающей среды и природопользования Ярославской области.

Постановлением Администрации Ярославской области от 22.12.2006 № 336 «Об определении уполномоченного органа на осуществление экологической экспертизы» с 01 января 2007 года департамент АПК, охраны окружающей среды и природопользования Ярославской области был определен органом, уполномоченным на осуществление экологической экспертизы.

Кроме того, в декабре 2006 года было заключено «Соглашение о взаимодействии Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору и Администрации Ярославской области по вопросам разрешительной и контрольной деятельности в сфере охраны окружающей среды».

Для полноценного исполнения полномочий руководством департамента проведены конкурсы на замещение государственных должностей, введенных для обеспечения исполнения полномочий Ярославской области в природоохранной сфере, были приняты новые сотрудники. Для профессиональной переподготовки департаментом АПК, охраны окружающей среды и природопользования Ярославской области совместно с Ярославским институтом переподготовки и повышения квалификации руководящих кадров и специалистов АПК проведено обучение по программе «Экология и охрана окружающей среды», которое прошли все вновь принятые сотрудники.

Вновь созданный департамент охраны окружающей среды и природопользования как орган исполнительной власти Ярославской области в сфере охраны окружающей среды в 2007 году осуществлял государственное управление в сфере охраны окружающей среды, водных отношений и недропользования на территории области, в том числе:

- формирование нормативной правовой основы в порученной сфере деятельности;
- нормирование допустимого антропогенного воздействия на окружающую среду и проведение государственной экологической экспертизы объектов регионального уровня;
- разработку и реализацию программ и мероприятий по охране окружающей природной среды и природопользованию;
- государственный экологический, водный и геологический контроль объектов регионального уровня;
- регулирование, учет и рациональное использование, охрану и воспроизводство водных объектов и объектов недропользования регионального уровня;
- формирование экологической культуры населения.

Для реализации полномочий в составе департамента созданы следующие структурные подразделения:

- комитет экологического контроля;
- комитет нормирования и экологической экспертизы;
- комитет по учету и использованию природных ресурсов;
- отдел анализа и регулирования природоохранной деятельности;
- отдел бухгалтерского учета и отчетности;
- отдел по делам департамента, кадровому и юридическому обеспечению.

Основные задачи департамента вытекают из его положения, согласно которому, являясь органом исполнительной власти Ярославской области, департамент проводит единую государственную политику и государственное управление на всей территории области.

К настоящему времени развивается нормативная правовая основа природоохранной деятельности, управления водными ресурсами и недропользованием Ярославской области. В 2007 году департаментом подготовлено 6 постановлений Губернатора области, 22 постановления Администрации области по вопросам охраны окружающей среды, водным ресурсам и недропользованию.

Разработаны раздел «Охрана окружающей среды и природопользование Ярославской области» для включения в программу социально-экономического развития Ярославской области до 2012 года, экологическая составляющая Закона Ярославской области «Об областном бюджете на 2007 г.».

Разработаны и приняты две областные целевые программы: по оптимизации обращения отходов и по геологическому изучению недр.

В результате реализации программы «Отходы» в 2008-2009 годах будут построены полигоны ТБО в 10 муниципальных районах области и в значительной мере будет решена проблема захоронения ТБО.

В рамках административной реформы утверждены три административных регламента департамента: по выдаче лимитов на размещение отходов и разрешений на выброс вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух для объектов хозяйственной и иной деятельности, а также по исполнению государственной функции по организации и проведению государственной экологической экспертизы объектов регионального уровня.

Утвержден «Перечень объектов, подлежащих региональному государственному водному контролю и надзору» и приняты постановление Правительства Ярославской области от 21.05.2007 № 150-а «Об утверждении Положения о региональном государственном контроле и надзоре за использованием и охраной водных объектов» и поста-

новление Администрации области от 28.04.2007 № 130-а «Об утверждении положения о государственном контроле за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной участков недр, содержащих месторождения общераспространенных полезных ископаемых, а также участков недр местного значения на территории Ярославской области».

Работа департамента была положительно отмечена на расширенном заседании комиссии по административной реформе Администрации Ярославской области.

Силами департамента в 2007 году в Ярославской области была организована выдача лимитов на размещение отходов и разрешений на выброс вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух объектам регионального уровня. Всего выдано около 2 тысяч лимитов и разрешений, оформлено 53 мотивированных отказа.

В течение 2007 года рассмотрены:

- 139 проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, из них 128 проектов получило положительное заключение, 11 проектов отрицательное;

- 1796 материалов для выдачи (продления, переоформления) лимитов на размещение отходов, из них получили лимиты на размещение отходов 1657 физических и юридических лиц, оформлено 39 мотивированных отказов в выдаче (продлении) лимитов.

- 152 комплекта материалов для выдачи разрешений на выброс вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, из них выдано 138 разрешений, 14 предприятий получили мотивированные отказы.

Проведена государственная экологическая экспертиза 22 материалов экологических обоснований недропользования и экспертная оценка 11 инвестиционных проектов.

На территории области находится 30561 объект государственного регионального экологического контроля. Из них 7850 объектов составляют предприятия промышленности, транспорта, сельского хозяйства и строительного комплекса. В 2007 году проведено 1482 проверки соблюдения законодательства в сфере охраны окружающей среды. Большинство из выявленных 1222 нарушений на конец года устранено.

Дополнительно, в рамках проведения Дней защиты от экологической опасности, в апреле 2007 года было выявлено 387 мест несанкционированного складирования отходов на территории области. В течение года органами местного самоуправления было ликвидировано 382 свалки.

За допущенные нарушения привлечено к административной ответственности в виде штрафа 978 юридических, должностных и физических лиц на общую сумму 4,5 млн. руб., взыскано штрафов на сумму более 3-х млн. руб. Выдано 642 предписания об устранении выявленных нарушений.

Принятые меры, в том числе в рамках государственного экологического контроля, позволили увеличить размер поступлений в бюджеты всех уровней от платы за негативное воздействие на окружающую среду до 154,8 млн.руб. или 114 % к плану. Указанные поступления распределены между уровнями бюджетов следующим образом: 40% – областной, 40% – местный и 20% – федеральный бюджеты.

Законом Ярославской области «Об областном бюджете на 2007 год», принятом Государственной Думой Ярославской области 05.12.2006 № 100-з утверждены доходы областного бюджета по плате за негативное воздействие на окружающую среду в объеме 54,0 млн. руб. и расходы областного бюджета по финансированию природоохранных мероприятий в объеме 51,33 млн. руб, причем расходы на реализацию целевой программы «Отходы» были утверждены в объеме 35,45 млн. руб., или 69 % от общего объема средств, предусмотренных на природоохранные мероприятия.

За 2007 год в областной бюджет поступило 61,931 млн. руб. – 114,7 % к плану.

Фактический расход средств областного бюджета на финансирование природоохранных мероприятий за 2007 год составил 48,65 млн. руб. или 94,8 % к плану.

В 2007 году в рамках реализации программы «Отходы» был выполнен большой объем природоохранных мероприятий, улучшающих состояние окружающей среды области, в том числе:

- вывезено на утилизацию непригодных к применению ядохимикатов с территории Первомайского, Переславского, Мышкинского и Пошехонского районов в количестве 30 тонн, предотвращен экологический ущерб на сумму порядка 10 млн.руб.;
- утилизированы ртутьсодержащие отходы бюджетных организаций, учреждений и населения области, предотвращенный экологический ущерб составил более 18 млн.руб.;
- построены локальные очистные сооружения в г.Тутаев (левый берег), тем самым предотвращен сброс неочищенных сточных вод в реку Волга в объеме 100 м<sup>3</sup> в сутки;
- построены полигоны ТБО в Борисоглебском, Даниловском, Гаврилов-Ямском и Угличском муниципальных районах.

В 2007 году в рамках осуществления полномочий области по предоставлению права пользования водными объектами рассмотрено 17 заявок водопользователей, выдано 10 решений на право пользования водными объектами и заключен 1 договор.

Из федерального бюджета было выделено 9,5 млн.руб. на обследование паводкоопасных территорий Ярославской области, разработку проектов дноуглубления и расчистки русел рек Которосль, Трубеж, Пертомка, расчистку и дноуглубление р.Которосль. Для освоения выделенных средств проведены 5 конкурсов, заключено 5 договоров на выполнение работ с подрядчиками.

Департамент выполнял отдельные функции госзаказчика по средствам, направленным на капитальный ремонт гидротехнических сооружений, находящихся в собственности Ярославской области, муниципальных образований и бесхозных, а также строительству объектов берегоукрепления на территории Ярославской области.

Завершен капитальный ремонт плотины на р.Юхоть в с.Большое Село общей сметной стоимостью 8,2 млн. руб.

В Федеральную адресную инвестиционную программу на 2007 год по Ярославской области были включены 2 объекта:

- берегоукрепление участка историко-художественного музея в г.Рыбинске (1 и 2 очереди) в объеме 2,9 млн. руб.;
- реконструкция берегоукрепления набережной р.Волги в г.Углич (1 и 2 очереди реконструкции) – 16,4 млн. руб.

Выделенные из федерального бюджета средства полностью освоены.

Объект «Берегоукрепление участка историко-художественного музея в г.Рыбинске (1-я и 2-я очереди)» общей сметной стоимостью 85,1 млн.руб. введен в эксплуатацию.

Ведется разработка проекта по берегоукреплению г.Мышкин. В 2007 году на эти цели выделено и освоено 2,0 млн. рублей.

На 2008 год из федерального бюджета планируется выделить области 100 млн.руб. на объекты берегоукрепления и капремонт гидротехнических сооружений.

Во второй половине 2007 года департамент приступил к осуществлению государственного контроля и надзора за использованием и охраной водных объектов. Проведено 26 проверок соблюдения водного законодательства, в том числе 7 внеплановых. Привлечено к административной ответственности 7 должностных лиц, 1 физическое и 2 юридических лица. Вынесено 14 предписаний об устранении нарушений. Наложено штрафов на сумму 52,8 тыс.руб.

Постановлением Администрации области от 29.10.2007 № 493-а утверждена Областная целевая программа геологического изучения

недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы Ярославской области на 2008-2009 годы.

Подготовлены и рассмотрены материалы о предоставлении права пользования недрами для разведки и добычи 12 недропользователям, выдано 20 лицензий на право пользования недрами, переоформлено 7 лицензий.

Рассмотрены лицензионные условия на 29 объектах недропользования, внесены изменения в 25 лицензий

В соответствии с Программой геологического изучения и воспроизводства минерально-сырьевой базы области на 2006-2007 годы велись работы на 8 объектах, освоено средств областного бюджета в объеме 3,5 млн.руб.

Выполнен комплекс работ по ведению государственного мониторинга состояния недр Ярославской области.

По результатам геологоразведочных работ, прошедших экспертизу, минерально-сырьевая база области пополнена запасами строительного песка в количестве 2,1 млн.м<sup>3</sup> и песчано-гравийного материала в количестве 1,3 млн.м<sup>3</sup>.

По вопросам недропользования госинспекторами проведено 24 плановых и 21 внеплановых проверок. Наложено административных штрафов на сумму 57 тыс. руб.

В 2007 году осуществлялась поддержка сложившейся в области системы экологического образования, просвещения и информирования населения, оказана финансовая поддержка 28 организациям, занимающимся вопросами экологического образования, и 4 общественным экологическим организациям в объеме 2,5 млн. рублей. Проведены традиционные Дни защиты от экологической опасности в Ярославле и во всех муниципальных образованиях Ярославской области.

#### *Основные задачи департамента на 2008 год:*

- укрепление системы государственного управления охраной окружающей среды, охват государственным контролем основных источников негативного воздействия на окружающую среду;

- стимулирование рационального и ресурсосберегающего развития отраслей экономики Ярославской области сочетанием экономических и административных методов управления охраной окружающей среды.

- сосредоточение усилий на решении проблемы утилизации промышленных и бытовых отходов и усиление контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных

источников (автотранспорта) в целях стабилизации и постепенного уменьшения содержания вредных загрязняющих веществ в окружающей среде.

- дальнейшее развитие системы особо охраняемых территорий Ярославской области.

- завершение двухлетней областной программы геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы Ярославской области.

- проведение государственной экологической экспертизы регионального уровня, организация государственной экспертизы полезных ископаемых.

- совершенствование процедуры предоставления права недро- и водопользования.

- реализация полномочий, предоставленных субъектам Российской Федерации новым Водным кодексом.

## **СОСТОЯНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2004-2007 ГОДАХ**

*Мелюк С.А. \*, Лукьяненко В.И. \*\**

*\*Территориальное управление Роспотребнадзора  
по Ярославской области*

*\*\*Верхневолжское отделение Российской экологической академии*

Многофакторное антропогенное загрязнение среды обитания человека, в первую очередь атмосферного воздуха, поверхностных водоемов, являющихся основным источником питьевого водоснабжения, а так же почвы и растительного покрова оказывает многоплановое влияние на здоровье населения и потому является предметом пристального внимания медиков и экологов как на федеральном, так и на региональном уровнях. В предыдущих наших сообщениях на II и III научно-практических конференциях по актуальным проблемам экологии Ярославской области (Мелюк, Лукьяненко 2002, Лукьяненко, Мелюк 2005) была рассмотрена динамика загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных водоемов и уровня заболеваемости населения Ярославской области в период с 1990 по 2003 год. В настоящем докладе представлены материалы, характеризующие масштабы негативного воздействия на окружающую среду и уровень заболеваемости населения в период с 2004 по 2007 годы, причем, как и ранее, основное внимание сосредоточено на загрязнении воздуха и воды – двух важнейших экологических факторов, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность людей, животных и растений.

*Загрязнение атмосферного воздуха.* Напомним, что в период с 2000 по 2003 год суммарный объем выбросов вредных веществ промышленными предприятиями (стационарные источники загрязнения) и автотранспортом (передвижные источники загрязнения) сократился с 263,8 тыс. тонн в 2000 году до 211,3 тыс. тонн в 2003 году, то есть сразу на 52,5 тыс. тонн (19,9%). При этом следует иметь в виду, что львиная доля в снижении выбросов стационарными источниками приходится на компрессорную станцию – КС-18 ЛПУ МГ ДП «Севергазпром» (42,8 тыс. тонн), расположенную в Мышкинском районе. И объясняется это снижением не реализацией природоохранных мероприятий, а применением «новых методик расчета выбросов», по которым выбросы углеводородов (метана) на газопроводах теперь не учитываются.

В последние годы, а именно в период с 2004 по 2006 годы, суммарный выброс вредных веществ в атмосферу области несколько увеличился: с 216,3 тыс. тонн до 218 тыс. тонн (табл. 1), однако динамика выбросов стационарными и передвижными источниками существенно различается (рис. 1). Объем выбросов стационарными источниками сократился с 87,1 тыс. тонн в 2004 году до 73,4 тыс. тонн в 2006 году, то есть на 13,7 тыс. тонн (15,7%). В то же время объем выбросов вредных веществ передвижными источниками увеличился со 129,2 тыс. тонн в 2004 году до 144,6 тыс. тонн в 2006 году – на 15,4 тыс. тонн (11,9%) и составил в этом году 66,3% суммарного выброса вредных веществ стационарными и передвижными источниками загрязнения.

Таблица 1  
Валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу Ярославской области стационарными и передвижными источниками загрязнения за 2004-2006 года

	Масса выбросов, тыс. тонн		
	2004	2005	2006
Всего по области, в том числе:	216,3/223,5**	222,3/224,5**	218,0/220,1**
- твердые;	6,2	5,6	4,7
- газообразные и жидкие	210,1	216,7	213,3
1. От стационарных источников, в том числе:	87,1/94,3**	93,1/93,2**	73,4/75,4**
- твердые;	4,5	5,6	4,1
- газообразные и жидкие	82,6	87,5	69,3
2. От автотранспорта	129,2	129,2/131,3**	144,6*

\* уточнение проведено на основании письма Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 19.01.2007 г. № ЮК-43/34.

\*\* по данным Государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2004-2006 годах.

Суммарный объем выбросов загрязняющих веществ предприятиями и автотранспортом города Ярославля сократился за этот же период на 6,2 тыс. тонн (5,2%): со 119 тыс. тонн в 2004 году до 112,8 тыс. тонн в 2006 году. При этом выброс загрязняющих веществ промышленными предприятиями города снизился за три года с 63,5 тыс. тонн в 2004 году до 49,6 тыс. тонн в 2006 году – на 13,9 тыс. тонн или на 21,9%, а объем выбросов автотранспортом за это же время увеличился с 55,5 тыс. тонн до 63,2 тыс. тонн – на 7,7 тыс. тонн или на 13,9%.

Впервые за многие годы объем выбросов вредных веществ в атмосферу Ярославля передвижными источниками превысил объем выбросов стационарными источниками и составил в 2006 году 56%. Интересно сопоставить динамику изменения индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) города за последние годы: 2000г. – 2,85, 2001 – 6,39, 2002 – 8,58, 2003 – 9,32, 2004 – 7,56, 2005 – 7,00 и 2006г. – 6,17. Если в период с 2000 по 2003 год ИЗА увеличился в 3,3 раза и достиг в 2003 году небывало высокого уровня – 9,32, то в последующие три года он стал медленно снижаться, составив в 2006 году всего лишь 66,2% от уровня 2003 года.

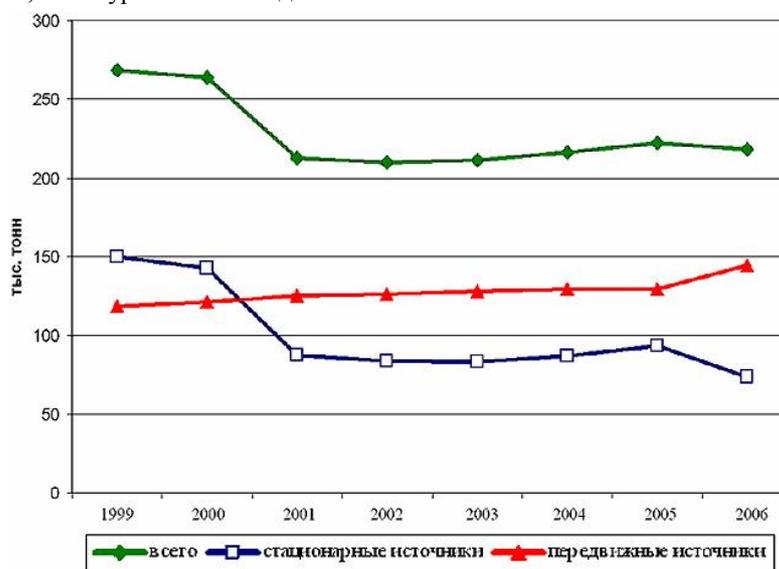


Рис. 1. Динамика объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Ярославской области в период с 1999 по 2006 годы

К приоритетным загрязняющим веществам на территории города относятся бенз(а)пирен, диоксид и оксид азота, оксид углерода, аммиак, формальдегид, а на территории Ярославской области – сернистый газ, оксид углерода, оксиды азота, фенол, формальдегид, сероводород.

По данным Ярославского областного центра гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды в период с 2004 по 2007 годы экстремально высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха не отмечено. Вместе с тем удельный вес проб с превышением ПДК токсических веществ увеличился с 0,6% в 2004 году до 2,15% в 2007 году – в 3,6 раза, в том числе на стационарных постах Ярославля и Рыбинска – с 0,14% в 2004 году до 1,75% в 2007 году – в 12,5 раза. Наиболее значительное негативное воздействие высоких концентраций вредных компонентов отработанных газов испытывает население, проживающее вблизи автомагистралей.

Удельный вес проб с превышением ПДК загрязняющих веществ, отобранных на автомагистралях в зоне жилой застройки, увеличился в 2005 году (15,5%) в сравнении с 2004 годом (3,8%) в 4 раза, а в 2006 году (19,5%) уже в 5 раз. И хотя в 2007 году удельный вес проб с превышением ПДК вредных веществ снизился до 8%, однако он оставался все еще в 2 раза выше, чем в 2004 году. Максимальное превышение предельно-допустимых концентраций по окиси углерода отмечалось на автомагистралях г. Ярославля: Московский проспект – остановка ул. Большая Фёдоровская – в 4 раза, на пересечении пр. Толбухина и ул. Большая Октябрьская – в 3,4 раза, на пр. Машиностроителей – в 2 раза.

*Загрязнение поверхностных водоемов.* Динамика сброса сточных вод в поверхностные водоемы Ярославской области представлена в таблице 2. Из нее следует, что в период с 2003 по 2006 годы объем сброшенных сточных вод сократился на 22,9 млн. м<sup>3</sup> или на 7,5%, причем абсолютное большинство сточных вод, поступающих в наши водоемы, относятся к классу загрязненных, то есть либо недостаточно очищенных, либо не подвергающихся очистке, минуя очистные сооружения. Удельный вес загрязненных сточных вод, сбрасываемых предприятиями и жилищно-коммунальным хозяйством области, чрезвычайно высокий: в 2003 году – 99,9%, в 2004 году – 99,8%, в 2005 году – 99,9% и в 2006 году – 99,9%. По этому показателю Ярославская область находится на 86 месте в федеральном списке и на последнем 18 месте в списке регионов Центрального Федерального округа.

Таблица 2

Основные показатели водоотведения на территории Ярославской области в 2003-2006 годах (млн. м<sup>3</sup>/год)

Наименование Показателей	2003	2004	2005	2006
Водоотведение, всего	320,90	318,41	300,90	290,12
Водоотведение в поверхностные водные объекты, всего	306,81	303,86	287,06	283,89
из них:				
загрязненных, всего	306,37	303,40	286,85	283,57
в том числе:				
без очистки	87,12	78,32	78,40	77,40
недостаточно-очищенных нормативно-чистых (без очистки)	219,25	225,08	208,46	206,16
нормативно-очищенных	0,44	0,47	0,21	0,33
Водоотведение на рельеф, поля фильтрации, в накопители	-	-	-	-
	14,10	14,54	13,84	6,23

Из общего объема поступающих в поверхностные водоемы Ярославской области загрязненных сточных вод более половины приходится на предприятия города Ярославля: в 2004 году – 196,2 млн. м<sup>3</sup> или 64,7% от общего объема сточных вод по области, в 2005 году – 185,1 млн. м<sup>3</sup> или 64,5% и в 2006 году – 186,5 млн. м<sup>3</sup> или 65,8%. Суммарный индекс загрязнения воды (ИЗВ) в створе реки Волги выше города Ярославля в период с 2001 по 2005 год увеличился с 2,4 до 2,7, а в 2006 году удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) составил 4,1; в створе ниже города Ярославля ИЗВ так же несколько увеличился: с 2,5 в 2001 году до 2,6 в 2005 году, а УКИЗВ в 2006 году – 4,4. В период с 2001 по 2005 год в устье реки Которосль ИЗВ увеличился с 3 до 4,7, а УКИЗВ в 2006 году составил 4,6.

По данным Роспотребнадзора и ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Ярославской области» качество воды поверхностных водоемов I категории (используемые для питьевых целей) по санитарно-химическим показателям в период с 2004 по 2007 годы заметно (в 1,4 раза) ухудшилось: удельный вес проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям увеличился с 34,2% до 49,5%. В то же время по микробиологическим показателям качество воды этих водоемов заметно (в 1,4 раза) улучшилось: удель-

ный вес неудовлетворительных проб в 2004 году составил 22,3%, а в 2007 году 15,6%. Сходная по направленности тенденция изменения качества воды в рассматриваемый период выявлена и для водоемов II категории (используемые для рекреации). Отмечено некоторое ухудшение по санитарно-химическим показателям: увеличение удельного веса проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям (с 37,5% в 2004 году до 45,4% в 2007 году) и заметное улучшение по микробиологическим показателям: снижение удельного веса проб, не отвечающих гигиеническим нормативам (с 59,8% в 2004 году до 30,0 в 2007 году).

Заметно ухудшилось качество воды поверхностных источников водоснабжения в местах водозабора, причем как по санитарно-химическим показателям (удельный вес неудовлетворительных проб в 2007 году составил 43,9% против 27,2% в 2004 году), так и по микробиологическим (удельный вес неудовлетворительных проб в 2007 году составил 13,9% против 10,3% в 2004 году). Наибольший процент неудовлетворительных проб воды поверхностных источников водоснабжения в Ярославской области по санитарно-химическим показателям имел место в городе Ярославле (60,3% в 2006 году и 71,9% в 2007), в Ростовском МР (55,0% в 2006 году и 95,6% в 2007 году) и в городе Рыбинске (30,7% в 2006 году и 32,5% в 2007 году). А по микробиологическим показателям – в г. Ярославле (21,1% в 2006 году и 20,6% в 2007 году), в Ростовском МР (10,0% в 2006 году и 21,7% в 2007) и в Рыбинском МР (9,5% в 2006 году и 10,8% в 2007 году).

*Заболеваемость населения.* Согласно современным экспертным оценкам, от 20 до 30% заболеваемости населения обусловлено провоцирующим действием загрязнения окружающей среды. На отдельных территориях этот процент может быть существенно выше. Неблагополучное санитарно-гигиеническое состояние питьевых водоемов, атмосферного воздуха, почвы и продуктов питания, является факторами риска повышения заболеваемости, одного из существенных показателей здоровья населения.

К числу важнейших параметров, характеризующих состояние здоровья населения, относятся медико-демографические показатели, по большинству которых в России в целом и в Ярославской области в частности сложилась неблагоприятная ситуация. Численность населения Ярославской области на 1 января 2008 года составляет 1320,14 тысячи человек, то есть на 0,6% меньше, чем в 2006 году. Снижение численности населения в сельской местности по-прежнему идет быстрее и составляет 1,3% против 0,4% снижения численности городского населения и происходит за счет превышения уровня смертности над уровнем рождаемости (табл. 3).

Таблица 3

Количество родившихся и умерших в Ярославской области  
за 2006-2007 гг. (человек на 1000 населения)

	2007	2006	2007	2006
Родившиеся	13035	12452	9,9	9,4
Умершие	23009	24182	17,5	18,3
В том числе в возрасте до 1 года	87	102	6,9 <sup>1)</sup>	8,2 <sup>1)</sup>
Естественная убыль	-9974	-11730	-7,6	-8,9

Тенденция роста рождаемости, обозначившаяся на протяжении последних шести лет, сохранилась и в 2007 году: показатель рождаемости вырос на 5,3% и составил 9,9 на 1000 населения (рис. 2).

Ранжирование административных территорий области по показателям рождаемости показывает, что самая высокая рождаемость за 2007 год имела место в г.Ростове, а самая низкая – в Брейтовском МР (рис. 3).

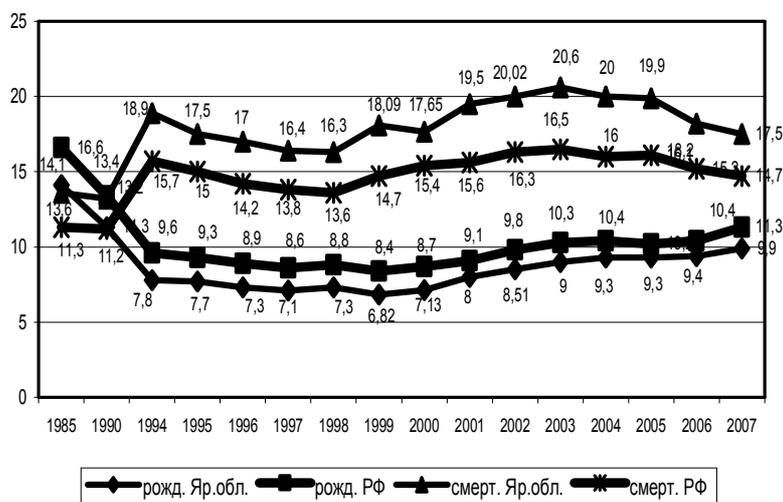


Рис. 2. Демографические показатели по Ярославской области в сравнении с показателями по РФ за 1985-2007 гг. (на 1000 населения)

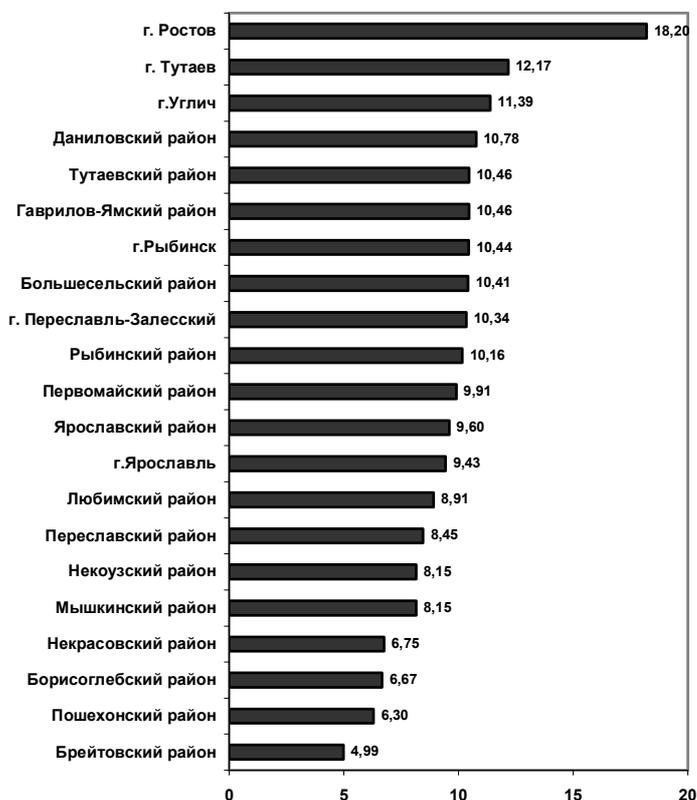


Рис. 3. Ранжирование территорий Ярославской области по показателю рождаемости в 2007 г.

Отрицательная динамика численности населения Ярославской области обусловлена многими факторами, основные из которых – низкая рождаемость и высокая смертность.

В 2007 году сокращение численности населения области было менее ощутимым, чем в предшествующем 2006 году, благодаря существенному снижению естественной убыли и сохранению тенденции увеличения миграционного прироста населения. Естественные потери населения уменьшились по сравнению с 2006 годом на 1,8 тыс. человек, или на 15%, что обусловлено положительной динамикой обеих составляющих воспроизводства населения – ростом уровня рождаемости (на 5,3%) и снижением уровня смертности (на 4,4%). При этом превышение числа умерших над числом родившихся (табл. 3) остается существенным – в 1,8 раза (2006 год – в 1,9 раза).

Наименее благополучными по этому показателю являются Брейтовский и Пошехонский муниципальные районы (4,99 и 6,3 на 1000 населения). Средний уровень рождаемости в области ниже, чем в Российской Федерации.

Ранжирование административных территорий области по показателям смертности (рис. 4) показало, что в Ростовском районе самая низкая смертность – 9,23 на 1000 населения, а самая высокая в г.Ростове – 30,79 на 1000 населения.

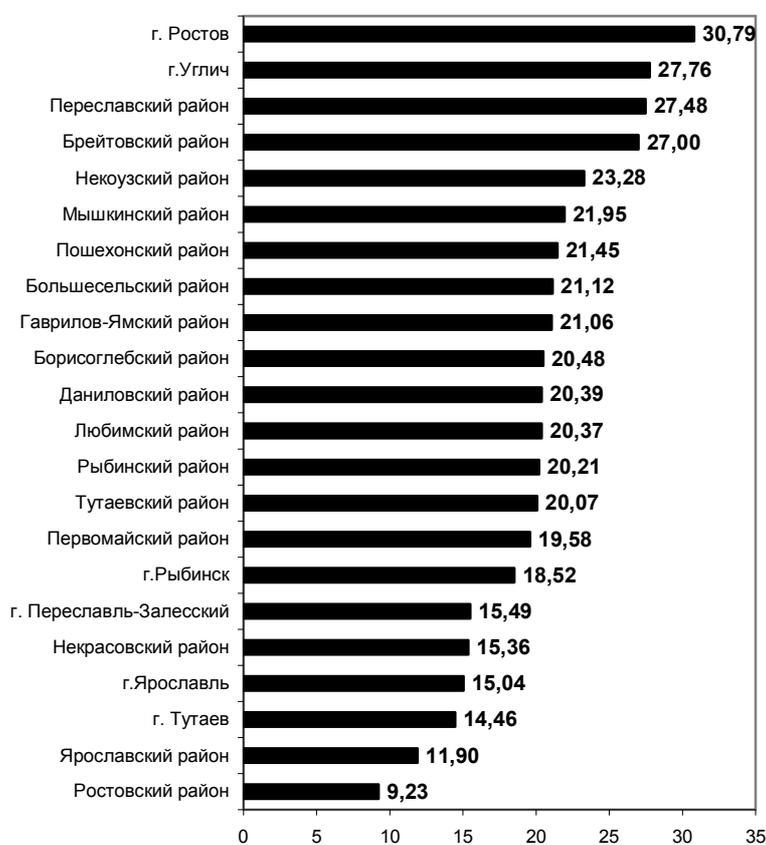


Рис. 4. Ранжирование территорий Ярославской области по показателю смертности в 2007 г.

Заболееваемость населения Ярославской области в 2007 году остается на уровне 2006 года, причем заболееваемость среди детей до 14 лет сохраняется на максимальном уровне и составляет 2967,3 на 1000 населения (2001 г. – 2380,2).

Представленные на рис. 5 результаты многолетних наблюдений показывают, что в течение последних 10 лет имеет место четко выраженная тенденция увеличения показателя общей заболееваемости среди детского населения. Так, если в 1994 году уровень заболееваемости составил 1589,0 на 1000 населения, то в 2007 – уже 2967,3, то есть увеличился в 1,9 раза. При этом, показатель первичной заболееваемости детей в период с 1996 (1309,8) по 2007 год (2539,6) увеличился также в 1,9 раза.

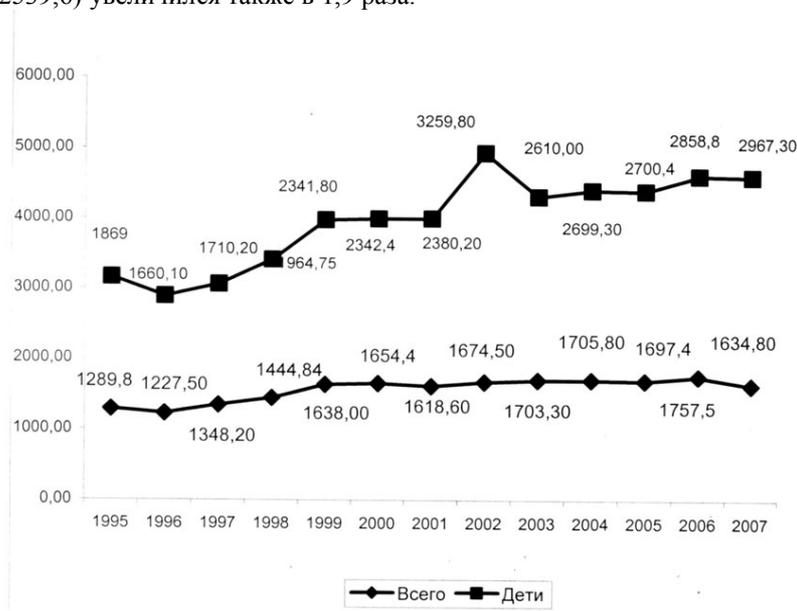


Рис. 5. Динамика общей заболееваемости населения в целом и детей до 14 лет

Заболееваемость в г.Ярославле по-прежнему одна из самых высоких среди территорий Ярославской области (1968,5 на 1000 населения), что оказывает значительное влияние на формирование среднеобластного уровня заболееваемости.

Основную долю в структуре общей заболееваемости занимает первичная заболееваемость: в 2007 г. среди взрослого населения она составила 44% (в 1999 г. – 52,6%), а среди детей – 85% (в 1999 г. – 84%).

В структуре первичной заболеваемости населения в целом (рис. 6) первое место, по-прежнему, занимают болезни органов дыхания – 43%, затем следуют травмы и отравления – 9%, болезни подкожной клетчатки и болезни мочеполовой системы – по 7%. Доля болезней системы кровообращения в 2007 году по сравнению с 2006 годом увеличилась на 1 %.

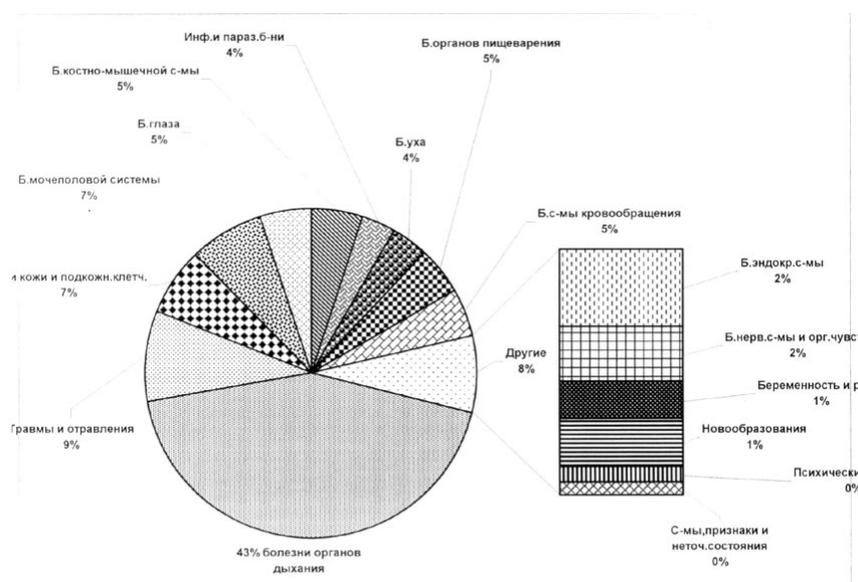


Рис. 6. Структура заболеваемости населения Ярославской области в 2007 г.

В структуре первичной заболеваемости детского населения (рис. 7) болезни органов дыхания так же занимают первое место и составляют 65%, болезни подкожной клетчатки – 5%, травмы и отравления – 4%, инфекционные и паразитарные заболевания и болезни глаза – по 4%.

У детей до 14 лет отмечено увеличение заболеваемости по следующим нозологиям: болезни органов дыхания, пищеварения, костно-мышечной системы, болезни глаз, атопический дерматит и другие. Корреляционный анализ результатов ведущегося в Ярославле медико-экологического мониторинга позволил выявить наличие связи заболеваемости детей с состоянием атмосферного воздуха и качеством питьевой воды.

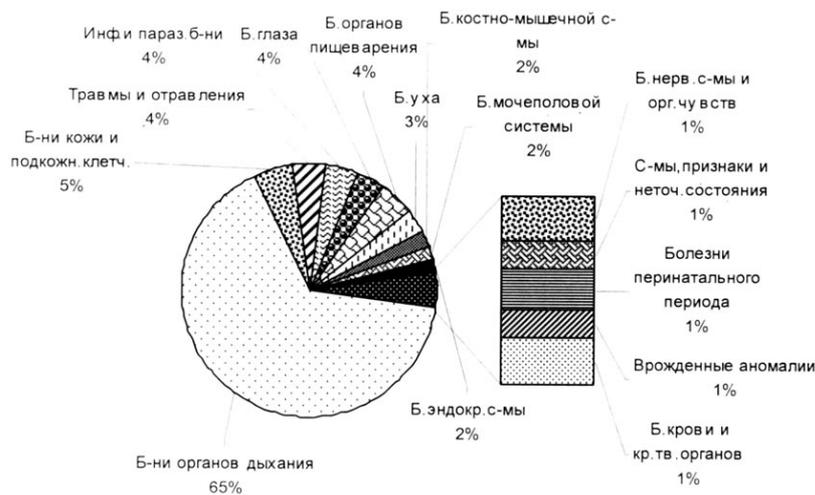


Рис. 7. Структура заболеваемости детского населения Ярославской области в 2007 г.

#### Литература

Лукияненко В.И., Мелюк С.А. Динамика загрязнения окружающей среды и заболеваемости населения в России и Ярославской области за последнее десятилетие XX века // Актуальные проблемы экологии Ярославской области. Материалы III научно-практической конференции. Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2005, вып.3, т.1, с.26-54.

Мелюк С.А., Лукияненко В.И. Современное экологическое состояние Ярославской области и здоровье населения // Актуальные проблемы экологии Ярославской области. Материалы II научно-практической конференции. Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2002, вып.2, т.1, с.29-36.

## **СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

***Овчинников В.И. \*, Дуненкова В.С. \*\****

*\*Управление охраны окружающей среды департамента  
городского хозяйства мэрии г. Ярославля,*

*\*\*ОАО «НПП «Кадастр»*

Высокий индустриальный потенциал города Ярославля обуславливает значительный уровень техногенных нагрузок на окружающую среду. На начало 2008 года в городе зарегистрировано около 25 тысяч предприятий и организаций (для сравнения, в 1999 году – 14,3 тыс.). На учете Управления охраны окружающей среды департамента городского хозяйства мэрии города Ярославля находится более 15 тысяч юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, в процессе деятельности которых образуются отходы. Все они оказывают определенное воздействие на состояние окружающей природной среды.

Как и для большинства крупных промышленных городов Российской Федерации основные проблемы города Ярославля связаны с антропогенным загрязнением атмосферного воздуха и поверхностных водных объектов, образованием промышленных и бытовых отходов, сохранением зеленых насаждений.

Одним из путей решения экологических проблем города Ярославля является разработка и реализация целевых экологических программ «Снижение антропогенного воздействия на окружающую среду». Необходимость обеспечения устойчивого развития города повышает значение природоохранных программ и ставит их в один ряд с программами экономического и социального развития.

С 2005 года в Ярославле осуществляется реализация городской целевой комплексной Программы «Снижение антропогенного воздействия на окружающую среду на 2005-2008 годы и на период до 2010 года» (принята решением муниципалитета г. Ярославля четвертого созыва от 17.06.2005 № 111). Программа предполагает решение задач по снижению загрязненности атмосферного воздуха и водных объектов; стабилизации и последующего уменьшения образования бытовых и промышленных отходов; сохранению городских зеленых насаждений и природных комплексов; повышению эффективности городского природоохранного управления; повышению экологической грамотности населения. Основными источниками финансирования мероприятий являются собственные средства предприятий, а также средства городского бюджета.

Итоги мониторинга реализации Программы за 2005–2007 годы показывают, что в результате выполнения природоохранных мероприятий идет постепенное снижение антропогенного воздействия на окружающую среду и улучшение ее состояния.

Снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на крупных промышленных предприятиях осуществляется за счет внедрения новых прогрессивных технологий, оснащения источников выбросов эффективными пылегазоочистительными установками. Так, например, на ОАО «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез» ввод в эксплуатацию закрытой системы сбора стоков товарно-сырьевой базы позволил, начиная с 2006 года, снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу на 6432 тонны в год. В результате реализации предприятиями программных мероприятий общее снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух составило более 8 тысяч тонн.

По данным ГУ «Ярославский ЦГМС, осуществляющим мониторинг окружающей среды на территории города Ярославля, индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) в 2007 году составил 5,69 (2005 год – 6,62, 2003 год – 9,3).

За период с 1998 по 2006 год наблюдается постоянное сокращение общего объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (таблица), который в 2006 году составил 112,81 тыс. тонн, что на 0,39 тыс. т меньше предыдущего года (2005 г. – 113,2 тыс. тонн), в том числе от стационарных источников – 49,65 тыс. тонн (2005 г. – 57,7 тыс. тонн).

Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу  
города Ярославля в период с 1998 по 2006 год

Наименование	Выбросы загрязняющих веществ, тыс. тонн									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Всего по городу, в том числе:	144,2	134,3	127,0	124,1	123,2	120,8	119,0	113,2	112,8	
1) От стационарных источников	87,4	82,7	74,1	69,5	69,0	65,8	63,5	57,7	49,6	
2) От автотранспорта	56,8	51,6	52,9	54,6	54,2	55,0	55,5	55,5	63,2	

Представленные в таблице данные показывают, что в 2006 году впервые объем выбросов от передвижных источников превысил объем выбросов от стационарных источников загрязнения и составил 56% от общего объема выбросов (в 2005 году – 49%), то есть автотранспорт стал играть ведущую роль в загрязнении атмосферы города. Прежде всего, это связано с ежегодным увеличением количества автомобилей. Так, если в 1991 году автопарк города насчитывал 48 тыс. единиц, то через 10 лет он увеличился более, чем в 2 раза (до 108 тыс. единиц), а в последующие 5 лет количество автомобилей в городе выросло еще на 23% в сравнении с 2001 годом и достигло в 2006 году 130 тыс. единиц.

Объем сброса загрязненных сточных вод в водные объекты в 2006 году составил 186,5 млн. м<sup>3</sup>, что на 1,4 млн. м<sup>3</sup> больше, чем в 2005 году (185,1 млн. м<sup>3</sup>).

Основными предприятиями-загрязнителями водных объектов на территории г. Ярославля остаются: МУП «Ярославльводоканал», ОАО «Ярославский шинный завод», ОАО «Автодизель», ОАО «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез».

Важным источником загрязнения водоёмов является сброс загрязняющих веществ с ливневыми стоками с территории города. По-прежнему, не все промышленные предприятия города имеют системы ливневой канализации, а также очистные сооружения на существующей ливневой канализации. Мероприятиями реализуемой целевой комплексной Программы предусматривается реконструкция существующих и строительство новых очистных сооружений промышленных и ливневых стоков на предприятиях, капитальный и текущий ремонт очистных сооружений, канализации и коммуникаций коммунального хозяйства.

В 2005-2007 годах завершено строительство и введены в действие очистные сооружения ливневых сточных вод на Ярославском электровозоремонтном заводе, филиал ОАО «РЖД», благодаря чему объем сброса ливневых сточных вод в городскую канализационную сеть уменьшился на 9,4 тыс. м<sup>3</sup>. В дальнейшем предприятием планируется полное прекращение сброса ливневых сточных вод. На ЗАО «Ярполимермаш-Татнефть» в 2007 году сброс промышленно-ливневых сточных вод снизился до 23 тыс. м<sup>3</sup> в год (против 104 тыс. м<sup>3</sup> в 2006 г.). Очистные сооружения производственно-бытовых стоков построены на ОАО «Ярпиво», эксплуатация которых приведет к снижению нагрузки на городские очистные сооружения канализации на 9 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В результате реконструкции системы водооборота на ОАО «Ярославский шинный завод» потребление технической воды сократилось в 2007 году на 1385 тыс. м<sup>3</sup>/год, а объем водооборота

увеличился на 1351 тыс. м<sup>3</sup>/год или 14% от 2006 года. Введение в эксплуатацию планируется в 2008 году.

Еще одной проблемой является ежегодное увеличение образования твердых бытовых отходов (ТБО), объем вывоза которых в 2007 году составил 148,7 тыс. тонн (в 2006 году – 125 тыс. тонн, в 2005 году – 111,2 тыс. тонн). Сбор и вывоз твердых бытовых отходов основан на использовании несменяемых контейнеров евростандарта емкостью 1,1 м<sup>3</sup> и мусоровозов с задней загрузкой, а также контейнеров емкостью 0,6 м<sup>3</sup> с применением мусоровозов с верхней загрузкой.

Постепенно решается проблема организации централизованного вывоза бытовых отходов из частной жилой застройки городских районов. На многих участках частного сектора организован вывоз ТБО, оборудованы контейнерные площадки и установлены контейнеры, определены места для размещения новых контейнерных площадок. В настоящее время услугами по вывозу мусора охвачено 50% частного сектора. Бытовые отходы, за исключением крупногабаритных, предварительно сортируются и брикетируются на мусоросортировочной станции ЗАО «Чистый город», действующей в г. Ярославле с августа 2003 года.

С каждым годом растет объем образования крупногабаритного мусора. В 2007 году на полигон МУП «Скоково» вывезено 77,1 тыс. м<sup>3</sup> крупногабаритных отходов (в 2006 году – 39,1 тыс. м<sup>3</sup>).

Постепенно растет количество отходов, образующихся на предприятиях г. Ярославля. Общее количество промышленных отходов в 2007 году составило 540,4 тыс. тонн (в 2006 году – 538,2 тыс. тонн, 2005 году – 536,1 тыс. тонн).

Большая часть отходов производства 1-2 классов опасности (высокотоксичные) перерабатывается по месту их образования или направляется в другие регионы. Непереработанные токсичные отходы в основном складываются на территориях предприятий в специально отведенных местах, в том числе в накопителях. В Ярославле организованы и действуют два предприятия по сбору и переработке ртутьсодержащих отходов: ЗАО «Дельта» и участок при МУП «САХ». В 2006 году фирмой «Дельта» утилизировано 187,8 тонн ртутьсодержащих отходов. По данным департамента городского хозяйства в 2006 году утилизировано около 66 тыс. штук люминесцентных ламп, принятых от населения, и 62,5 кг ртутьсодержащих отходов.

В результате реализации мероприятий по снижению загрязнения промышленными и бытовыми отходами в рамках целевой комплексной программы в 2005–2007 годах на ОАО «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез» в результате переработки на установке «Альфа-Лаваль» застарелого нефтешлама, вывоза и утилизации вновь обра-

зующихся нефтесодержащих отходов и нефтешламов количество опасных отходов сократилось на 21 тыс. тонн. Эти работы предполагается продолжить и завершить в 2009 году; Ярославским отделением Северной железной дороги – филиал ОАО «РЖД» утилизировано 1565 тонны нефтесодержащих отходов.

Опасным источником загрязнения окружающей среды являются так называемые «стихийные свалки» промышленных и бытовых отходов, которые ежегодно образуются на территории города. Управлением охраны окружающей среды департамента городского хозяйства мэрии совместно с территориальными администрациями города принимаются регулярные меры по их выявлению и своевременной ликвидации. В 2007 году на территории города выявлено и ликвидировано 127 несанкционированных свалок.

Одним из наиболее эффективных факторов оздоровления окружающей среды и улучшения условий жизни населения являются зеленые насаждения. В настоящее время в ведение муниципалитета передан лесной фонд, находящийся в пределах городской черты. В состав переданных лесов вошли Тверицкий и Смоленский боры, относящиеся к особо охраняемым природным территориям Ярославской области. Общая площадь городских лесов составляет 386 га.

Зеленые насаждения города Ярославля находятся в хозяйственном ведении различных предприятий, организаций и учреждений. Зелеными насаждениями общего пользования (773,3 га) занимаются МУП «Горзеленхозстрой», МУСХП «Новоселки», МУП «Горпарк»; зелеными насаждениями ограниченного пользования (848,4 га) – учреждения образования, здравоохранения и ДЕЗы. МУП «Горзеленхозстрой» осуществляет работы по капитальному ремонту и текущему содержанию объектов зеленого хозяйства города (сады, парки, скверы, бульвары): стрижка и обрезка деревьев и кустарников; спиливание аварийных деревьев; посадка деревьев, кустов, цветников; устройство и ремонт газонов; содержание и уход за элементами внешнего благоустройства. МУСХП «Новоселки» производит и реализует цветочную, плодово-ягодную и декоративную продукцию. Предприятия, занимающиеся озеленением города, ежегодно принимают участие в различных выставках, на которых регулярно занимают призовые места, поощряются грамотами и благодарственными письмами организаторов конкурсов.

Постоянно увеличиваются объемы финансирования работ по озеленению города: в период с 2000 по 2004 год они выросли в 2,2 раза (с 17,1 до 37,2 млн. руб.), а с 2004 по 2007 год – еще в 1,5 раза (с 37,2 до 56,6 млн. руб.). В 2007 году на территории города силами МУП «Горзеленхозстрой» и МУСХП «Новоселки» посажено 3922 дерева и 5733 кустарника. В 2008 году планируется освоить 78,7 млн. руб.

Органы местного самоуправления осуществляют постоянный контроль за сохранностью зеленых насаждений. Ликвидация зеленых насаждений допускается лишь в исключительных случаях с разрешения специальной комиссии и по постановлению мэра города Ярославля.

В настоящее время департаментом городского хозяйства мэрии разрабатывается целевая комплексная программа г. Ярославля «Снижение антропогенного воздействия на окружающую среду на 2009-2012 годы» где особое значение будет уделено сохранению и воспроизводству зеленых насаждений.

Одной из форм природоохранной деятельности в городе является организация и проведение мероприятий по охране окружающей среды в рамках Общероссийских Дней защиты от экологической опасности (ежегодно с 15 апреля по 5 июня).

В мероприятиях «Дней защиты от экологической опасности» принимают участие образовательные учреждения, организации и предприятия, органы городского местного самоуправления, общественные организации и жители города.

В 2006 году постановлением мэра города Ярославля от 19.04.2006 № 1464 были предусмотрены следующие направления: выявление и ликвидация несанкционированных свалок мусора; месячник по благоустройству города; рейды по выявлению сжигания мусора и проверке содержания площадок ТБО; уборка и благоустройство территорий, санитарная прочистка водоохраных зон и городских парков; посадка деревьев и кустарников; проверка химически опасных объектов; конкурсы на лучшее мероприятие природоохранной деятельности, «Лучшее предприятие города», «Руководитель года»; смотр-конкурс на лучшее содержание пришкольных территорий и территорий детских дошкольных учреждений; смотр-конкурс на лучшее содержание жилищного фонда и объектов внешнего благоустройства, на лучшее содержание индивидуального домовладения; тематические уроки в школах; освещение мероприятий, проводимых в рамках Дней защиты от экологической опасности, в средствах массовой информации и др.

Постоянная реализация комплекса мероприятий по снижению загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов, эффективное управление отходами, совершенствование системы городского природоохранного управления позволит предупредить или максимально сократить загрязнение и деградацию окружающей среды города в результате деятельности промышленных предприятий, транспорта, организаций и населения и улучшить экологическую обстановку в Ярославле.

## **ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЕМ ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ**

***Черная Н.Л. \*, Старунова Л.Н. \*, Иванова И.В. \*, Федотова Г.П. \*\*, Рыжова Н.В. \*\*\*, Сенягина Е.И. \****

*\*Ярославская Государственная Медицинская Академия (ЯГМА)*

*\*\*ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ярославской области»*

*\*\*\*ДДОУ комбинированного типа № 215*

Одной из актуальных проблем современности является ухудшение здоровья детского населения Российской Федерации, особенно детей, проживающих в крупных промышленных городах. Рост заболеваемости детского населения, в том числе рост распространенности хронических заболеваний характерен и для г. Ярославля и Ярославской области. Ежегодный уровень первичной заболеваемости (вновь диагностированных заболеваний) у детей области превышает средние показатели по РФ и имеет тенденцию к росту. Прогрессивно увеличивается распространенность экологозависимых заболеваний: бронхиальной астмы, атопического дерматита, врожденных пороков развития.

Известно, что состояние здоровья человека определяется многокомпонентным, совокупным, изменяющимся во времени взаимодействием различных факторов: внешнесредовых, биологических и социальных. Особое значение при этом в современных условиях имеет ухудшение качества окружающей среды с накоплением в биосфере ксенобиотиков на фоне природного геохимического неблагополучия территории.

Практически все население г. Ярославля экспонировано вредным выбросам различных промышленных предприятий города. Наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносит Новоярославский нефтеперерабатывающий завод (НПЗ), вошедший в строй в 1961 году. По данным ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ярославской области» вклад производства НПЗ в заболеваемость ОРВИ населения составляет 82%, и только 18% принадлежит влиянию других неучтенных факторов. Выявлены сильные прямые корреляционные связи заболеваемости детей г. Ярославля (с 1985 по 2004гг) и производства НПЗ по абсолютному большинству коэффициентов корреляции. Вклад НПЗ в детскую заболеваемость значительный: от 26 до 81%, причем максимальные значения – в пределах 79-81% – наблюдаются в последние годы.

В настоящее время промышленные предприятия, в том числе НПЗ, принимают активные меры по сокращению вредных выбросов в атмосферу города. Вместе с тем, не вызывает сомнений и необходимость разработки и внедрения комплексных городских программ, направленных на защиту населения и особенно детей как экосенситивной его части от антропогенных факторов.

Специфической особенностью г. Ярославля является не только наличие антропогенных экологических факторов с антитиреоидным (никель, хром, марганец, ртуть, ароматические углеводороды) и нейротоксическим (свинец, кадмий, марганец, ртуть) эффектами, но и природный дефицит йода, селена и кобальта. Сочетанное негативное влияние природных и антропогенных факторов существенно снижает реактивность организма ребенка и увеличивает риск развития экозависимых заболеваний. Данный факт объясняет значимость мероприятий, направленных на повышение устойчивости организма ребенка к любым негативным внешним воздействиям, в том числе и экопатогенным.

Перечисленные положения стали основой для создания комплексной межведомственной оздоровительной программы с экологической направленностью «Детский сад – территория здоровья», которая в настоящее время реализуется в одном из детских дошкольных образовательных учреждений (ДДОУ) Краснопереконского района г. Ярославля, расположенного в непосредственной близости от НПЗ.

Цель программы – сохранение, укрепление и восстановление физического, психического и социального здоровья детей в условиях экологического неблагополучия среды проживания.

Ведущими компонентами программы, выполняемой совместными усилиями медиков, педагогов, психологов и родителей, являются мероприятия по уменьшению неблагоприятного воздействия экопатогенных факторов риска, экологическое воспитание семьи, формирование установки на здоровый образ жизни в семье и образовательном учреждении.

На первом этапе реализации программы было проведено выборочное медико-эколого-социальное анкетирование родителей детей, посещающих ДДОУ. Экологическую обстановку в зоне проживания семьи и её влияние на здоровье детей родители оценили следующим образом. В качестве ведущего фактора, негативно влияющего на здоровье ребенка, 89% родителей указали загрязнение атмосферного воздуха, 48% – загрязнение питьевой воды, 39% – близость к автомагистрали, 22% – повышенный уровень шума. 64% родителей связывали неблагоприятные тенденции в здоровье своих детей с сочетанным влиянием экологических факторов.

В ходе комплексного обследования детей была выявлена высокая распространенность патологических состояний: у 64% детей отмечались заболевания ЛОР органов, у 58% детей – заболевания органов пищеварения и у 40% детей – нарушения осанки. Абсолютное большинство детей (96%) имели сниженную физическую работоспособность – свидетельство пониженной реактивности детского организма. 45% обследованных детей относились к группе часто и длительно болеющих, каждый ребенок болел острыми заболеваниями в среднем 5,6 раз в год.

С учетом полученных результатов была разработана комплексная программа мероприятий, направленных на восстановление и укрепление защитных сил организма ребенка. Программа включала следующие разделы:

1. Оптимизация санитарно-гигиенических условий среды пребывания ребенка в ДДОУ. Наряду с традиционными мероприятиями (проветривание и влажная уборка помещений, оптимальный температурный режим, озеленение групповых помещений), использовались бесфильтровые системы очистки воздуха (компания «Живой воздух») и очистительные фильтры для улучшения качества питьевой воды.

Выбор бесфильтровой системы очистки воздуха был обусловлен тем, что данные фильтры предназначены для круглосуточного очищения воздуха, создают в воздухе оптимальный баланс отрицательных и положительных ионов кислорода, аналогичный составу атмосферы горных и приморских курортов, снижают вирусную и бактериальную обсемененность воздуха в помещении. Сравнительное лабораторное исследование проб воздуха в условиях детского сада выявило высокую эффективность использования системы очистки воздуха. Было установлено, что через 15 минут от начала работы прибора в 3 раза снижается обсемененность воздуха стафилококками и грибами, через 30 минут от начала работы микробная обсемененность помещения полностью ликвидируется.

Не менее эффективным оказалось использование дополнительной системы очистки воды. Было выявлено значительное улучшение основных органолептических свойств воды: снижение цветности (в 4 раза), мутности (в 8,2 раза), окисляемости (в 4,9 раза), исчезновение запаха, остаточного связанного хлора, снижение содержания железа (в 1,6 раза).

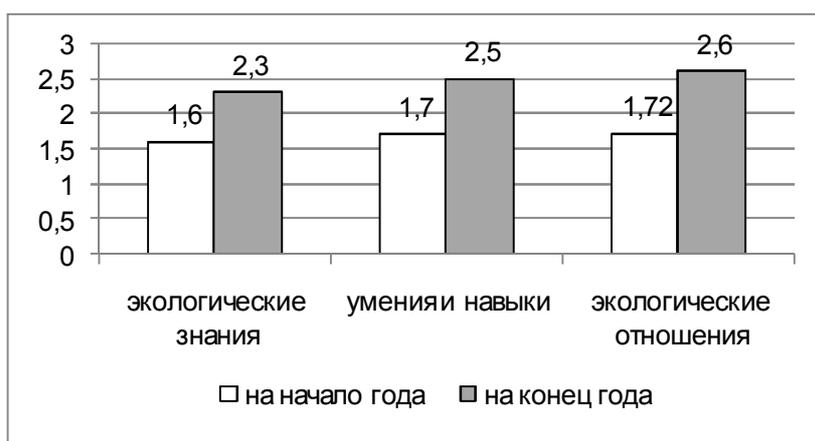
2. Организация рационального экопротекторного питания. Данный раздел работы заключался в строгом соблюдении возрастных стандартов рационального сбалансированного питания, применении витаминно-минеральных комплексов, фруктово-ягодных диетических

киселей (на основе экологически чистых продуктов с высокой биологической ценностью, выраженными абсорбционными и дезинтоксикационными свойствами – рябина, яблоки, черника, клюква), использовании морепродуктов в питании детей, индивидуальной йодной профилактике препаратами йодида калия.

3. Организация рациональной двигательной активности детей, оздоровительный массаж.

4. Работа с родителями и педагогами. Для родителей и педагогов проводились «круглые столы» по вопросам здорового образа жизни, оптимальной физической активности детей и взрослых. Большое внимание уделялось индивидуальной работе с родителями, активизации их участия в оздоровлении детей. Проводился анализ и обсуждение на педсоветах эффективности реабилитационных мероприятий, планирование последующего оздоровления.

5. Экологическое воспитание детей – экологический проект «Как сохранить капельку?»



Динамика уровня экологической грамотности детей в течение учебного года

Эффективность оздоровительной программы «Детский сад – территория здоровья» была доказана при динамическом анализе показателей, характеризующих состояние здоровья детей. Почти в 2 раза сократилось число «пропусков по болезни»: число дней, пропущенных одним ребенком в связи с заболеваниями, уменьшилось с 45,1 до 22,9. Количество острых заболеваний, перенесенных одним ребенком в течение года, снизилось в 2,6 раза (с 5,6 до 2,2). С 45% до 5% сократи-

лось число часто болеющих детей. При оценке физической подготовленности детей отмечалось достоверное повышение скоростно-силовых показателей (в среднем на 18%). Кроме того, было отмечено повышение уровня экологической грамотности детей (рис.).

Полученные результаты позволили определить основной перечень рекомендаций по управлению здоровьем детей в условиях экологического неблагополучия. Для эффективной работы по сохранению и укреплению здоровья детей необходимо:

- учитывать экологические особенности района проживания детей;
- шире использовать различные профилактические средства экологической защиты (в частности, системы очистки воздуха и воды);
- отдавать предпочтение использованию немедикаментозных методов оздоровления в повседневной жизни детей;
- пропагандировать преимущества отдыха семьи в экологически чистых районах;
- активнее формировать установку на здоровый образ жизни в семье;
- повышать уровень знаний педагогов по реализации экопротекторных мероприятий в повседневной жизни, по формированию, сохранению и укреплению здоровья;
- уделять особое внимание проблемам экологического воспитания детей и их родителей в детских образовательных учреждениях.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРОДСКИХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДЛЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ВИДОВ ПТИЦ**

*Анашкина Е.Н.*

*Ярославский государственный педагогический  
университет им. К.Д. Ушинского (ЯГПУ)*

Птицы – наиболее заметные и многочисленные позвоночные животные городской фауны, играющие важную роль в городской экосистеме. Формирование городской орнитофауны зачастую происходит стихийно и определяется, прежде всего, наличием обильной кормовой базы и мест для гнездования. Отличительной особенностью городской орнитофауны является преобладание в ней хорошо приспособленных для жизни и размножения в городе таких синантропных птиц, как вороны, галки, голуби, чайки, которые определяют для многих других животных возможность или невозможность проникновения в городской ландшафт. Управление численностью и видовым составом птиц в городах – важнейшая задача, требующая проведения специальных мероприятий. В этом отношении особенно важно привлекать в городские биоценозы полезных птиц, осуществляющих защиту зеленых насаждений от насекомых-вредителей. Основными стратегиями для привлечения птиц должны быть предоставление кормовой базы, мест для гнездования и регулирование численности городских хищников (серой вороны, чаек, бродячих собак и кошек).

Важную роль в привлечении птиц может играть грамотное озеленение города с применением экологического подхода при формировании искусственных биоценозов. К сожалению, в озеленении города Ярославля практически не учитываются потребности птиц. Необходимо более тщательно относиться к подбору растений, используемых в озеленении города, с целью внедрения особенно благоприятных для гнездования и кормежки птиц. В качестве растений, используемых для гнездования полезных видов птиц можно использовать различные виды хвойных деревьев, липы, можжевельники; кустарники высотой 2-3 метра, одиночные, или расположенные в несколько рядов; «живые изгороди» из колючих кустарников. Значительно повысить численность птиц-дуплогнездников помогает сохранение дуплистых деревьев в парках, аллеях, садах и на городских кладбищах. Использование в озеленении зданий девичьего винограда также частично устраняет недостаток мест для гнездования особенно в районах новостроек. Снижение доли открытого грунта приводит к

нехватке гнездового материала для городской и деревенской ласточек (Клауснитцер, 1990). Привлечению птиц на гнездование может способствовать также соблюдение следующих условий при озеленении города:

- сохранение вблизи города зон естественных биотопов («зеленый пояс»);
- сохранение в городе островов естественных биотопов;
- при закладке относительно протяженных насаждений должна обеспечиваться оптимальная ярусность;
- в городских парках необходимо создавать места с сильно разросшимся подростом и труднопроходимые участки;
- свободные от деревьев биотопы должны создаваться в виде лугов с местными дикорастущими растениями, скашиваться с разной интенсивностью с учетом периодов гнездования птиц;

Непродуманная стратегия озеленения города приводит не только к снижению численности полезных видов птиц, но и к увеличению плотности популяции нежелательных для городской орнитофауны птиц-синантропов. Так, изменение способа обрезки тополей привело к увеличению почти на 15% численности серой вороны, использующей обрезанные новым способом тополя для постройки гнезд.

Городские зеленые насаждения используются многими птицами и как кормовая база. Наиболее благоприятными для птиц являются клены, ясени, дубы, липы, хвойные разных видов, рябина, бузина, сирень. Из них ясень, клен и бузина практически не используются в озеленении г. Ярославля. В 2007 г. во всех районах начаты массовые посадки яблонь, плоды которых тоже поедаются птицами (дрозд-белобровик, славка-черноголовка, зеленушка, зяблик, снегирь). Газоны имеют большое значение для питания таких видов, как певчий и черный дрозды, грач, скворец, зеленый дятел (Клауснитцер, 1990). Для многих птиц основной кормовой базой служат плоды и семена дикорастущих растений (горец птичий, пастушья сумка, подорожник, лопух, ежа сборная и др.). Например, ягоды черной бузины охотно поедают все виды дроздов, садовая горихвостка, мухоловка-пеструшка, садовая славка, зяблик, славка-завирушка. Вот почему так важно сохранять в городах участки дикорастущей растительности.

В результате многолетних исследований К.Н. Благосклоновым (1991) выделено 4 вида птиц-дуплогнездников, привлечение которых может быть наиболее успешным и целесообразным в условиях города: мухоловка-пеструшка (*Ficedula hypoleuca*), большая синица (*Parus major*), полевой воробей (*Passer montanus*) и скворец (*Sturnus vulgaris*). Эти птицы имеют широкий диапазон кормов, активно ис-

требляют насекомых-вредителей, охотно занимают искусственные гнездовья, декоративны, издают приятные звуки.

Изготовление и развеска гнездовий – один из наиболее распространенных способов привлечения птиц-дуплогнезднеиков. Причем искусственные гнездовья необходимо развешивать для конкретных видов птиц, учитывая их потребность в местах для гнездования. Рекомендуемая норма размещения гнездовий в парках и других зеленых насаждениях до 5 гнездовий на 1 га (Благослонов, 1991). Исходя из этого, для обеспечения города искусственными гнездовьями необходимо обеспечить производство не менее 10 тыс. гнездовий в год. В настоящее время в период месячника встречи птиц в городских садах и парках развешивается 500-1000 искусственных гнездовий.

Таким образом, для формирования городской орнитофауны и увеличения в ней доли полезных птиц необходимо:

- разработать программу по озеленению города с учетом потребностей птиц в корме и местах для гнездования;
- развешивать искусственные гнездовья;
- исключить весенние поджоги (палы) сухой травы;
- регулировать численность городских хищников (серой вороны, безнадзорных собак и кошек);
- организовать зимнюю подкормку птиц;
- привлекать молодежь, особенно школьников и студентов к проведению биотехнических мероприятий;
- проводить разъяснительную работу с населением.

Выполнение этих мероприятий предполагает совместные и согласованные действия орнитологов, зоологов, педагогов с ботаниками, дендрологами, инженерами по озеленению и другими специалистами с привлечением населения Ярославской области.

#### Литература

*Благосклонов К.Н.* Гнездование и привлечение птиц в сады и парки. М.: Изд-во МГУ, 1991. 251 с.

*Клауснитцер Б.* Экология городской фауны: Пер. с нем. М.: Мир, 1990. 246 с.

## ОБ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ АСПЕКТАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ И ОБРАЗОВАНИЯ

*Ошмарин А.П.*

*Ярославский государственный педагогический университет  
им. К.Д. Ушинского (ЯГПУ)*

Одна из основных задач вузовского курса экологии – воспитание экологического сознания (экологического мышления) у студентов. Задача эта непростая, особенно когда дело касается студентов гуманитарных специальностей. В настоящее время уже никого не надо убеждать в необходимости изучения экологии, в том числе и самих студентов, многие из них приходят в вуз с определенной подготовкой по этому предмету. Как оптимально построить курс экологии для естественников и гуманитариев, чтобы найти живой отклик в их душах на назревшие, а во многом перезревшие экологические проблемы?

В отличие от естественников гуманитарии менее восприимчивы к цифрам или статистическим выкладкам. Когда дело доходит до формул или графиков, некоторые просто выключаются из учебного процесса. Зато они гораздо живее реагируют на яркие ситуации, образы, поучительные жизненные примеры, которые обсуждаются на лекциях или семинарах, легко и с интересом включаются в дискуссию.

Возьмем такую актуальную проблему, как утилизация твердых бытовых отходов, а попросту, бытового мусора. Все о ней знают, государство и муниципальные власти прилагают усилия для ее решения, а количество несанкционированных свалок вокруг населенных пунктов растет угрожающими темпами. Причина проста: например, удобнее выбросить мусор после пикника в укромный уголок или на обочину, чем везти с собой обратно в город. Результат: некоторые популярные загородные места отдыха и обочины дорог превратились в свалку. Вдобавок проблема обостряется тем, что современная пластиковая упаковка в природных условиях очень долго не разлагается, а сжигать ее нельзя.

Просто сказать студентам, что мусорить нехорошо – всё-равно что ничего не сказать: они умные и сами это прекрасно знают. Воздействовать на разум здесь бесполезно – надо, чтобы азбучная истина получила какое-то эмоциональное или образное подкрепление. И вот мы приводим пример: а знаете ли вы, почему наши эмигранты, скажем, в Америке, сразу становятся очень чистоплотными? Предположим, мы возвращаемся с пикника где-нибудь в Калифорнии. На обочине табличка: «1000 долларов за выброшенный мусор». Коротко и ясно. У кого нет денег – пожалуйста, 8 часов общественных работ по

уборке мусора и отмывке граффити со стен. Не действует? Дураков и грязнуль и в Америке хватает. Тех, на кого не подействовало, привезут в суд в наручниках – очень вежливо и интеллигентно. Причем сила закона не в его строгости, а в неотвратимости. Неуважение к закону или обман правосудия – самое страшное преступление.

У нас тоже существуют суровые и справедливые законы, но, как известно, их суровость компенсируется необязательностью выполнения. Наплевать на закон или общественную мораль у нас считается не преступлением, а удалью. Пока это будет продолжаться, горы мусора вокруг наших городов будут расти, а мы – продолжать возмущаться бездейтельностью властей. После таких примеров студенты начинают понимать, что решение большинства экологических проблем, прежде всего, находится в головах людей.

Глобальное потепление. Многие студенты считают, что для нашей страны оно будет благом. Это заблуждение легко разрушается примерами изменений климата России в последние годы – отсутствие снега до середины января с последующими длительными морозами в Европейской части, длительное повышение температуры летних месяцев до +30 и более градусов, сопровождающееся лесными пожарами и горением торфяников, уменьшением площади вечной мерзлоты и превращением ее в болото с выделением огромного количества парниковых газов (метана). В глобальном отношении – увеличением интенсивности тропических штормов, длительности засух и многим другим.

Шумовое и информационное загрязнение. Об этих понятиях многие молодые люди даже не слышали. Частое посещение дискотек или постоянное хождение с мини-наушниками может привести к тяжелым нарушениям слуха и полной глухоте. Для них становится откровением и такое понятие, как звуковое опьянение. Оказывается, «подсесть» можно не только на алкоголь или наркотики, но и на громкую музыку. Информационная грязь в виде бесконечно повторяющихся рекламных роликов, ротация одних и тех же музыкальных клипов или телепередач примитивного содержания оказывает кодирующее воздействие на подсознание, вызывает привыкание и формирование зависимости от подобного рода информации. Компьютерные игры искажают образ действительности и могут приводить к изменениям личности (например, смещаются или атрофируются понятия добра и зла, убийство – просто нажатие клавиши; поэтому человеку начинает казаться, что у него есть в запасе несколько «жизней» или что смерть обратима).

Экология и экономика. Эти слова имеют один корень, но в действительности часто противоположны по содержанию. Когда получает приоритет экономика, об экологии обычно забывают, в результате наступают тяжелые и необратимые последствия в форме экологиче-

ских кризисов и катастроф. Когда прибыль достигает 200-300 и более процентов, люди могут идти на любые преступления, и даже самые строгие законы перестают действовать из-за того, что их блюстители сами становятся преступниками. Пример – полная деградация стада осетровых в бассейнах Каспийского и Азовского морей. Только когда черная икра стала стоить дороже золота, наше правительство задумалось о полном запрете лова осетровых. Не поздно ли?

Хорошо действуют примеры из экологически наиболее благополучных стран, например Швеции, Финляндии или Японии. Скажем, в скандинавских странах воду можно совершенно спокойно пить из-под крана, а налитая в ванну, она имеет голубоватый оттенок, как в горных озерах. В городах и домах чисто, тихо и не воняет. Во всех общественных местах курение запрещено, а если вы видите на улице курящего человека, можете смело подходить и заговаривать с ним по-русски – это наш соотечественник. Все главные магистрали освещены и огорожены, придорожные столбы сварены из тоненьких уголков и выглядят ажурными – в случае аварии страдает столб, а не автомобиль.

Как им это удается? Вероятно потому, что они (шведы) все привыкли делать «с умом», как сказано в рекламе одной известной фирмы. Возможно и потому, что достойный труд у них достойно оплачивается, а минимальный подоходный налог в три раза больше, чем в России – на крупные состояния он доходит до 70%, поэтому средний класс составляет 95% населения. Чистый воздух, чистая вода и спокойная жизнь стоят дорого, и не только в материальном смысле. Строжайшая самодисциплина, подкрепленная неотвратимостью наказания и общественным порицанием – вот главный моральный тормоз, помогающий людям вовремя остановиться, чтобы не совершить экологическое (да и любое другое) правонарушение. Поэтому там, например, до прихода сантехника люди собирают воду из капающего крана. Хотя автомобилей на душу населения в два раза больше, чем в России, все ездят на общественном транспорте или велосипедах (даже зимой), и никаких вонючих автомобильных пробок нет.

Никто не гордится огромным джипом или мерседесом S-класса – это считается неприличным, да и налоги на такой транспорт велики. В Японии запрещено держать собак крупнее болонки или спаниеля, и даже на обзаведение самой маленькой собачкой надо получить письменное разрешение всех соседей. По сравнению с Японией или скандинавскими странами Россия огромна, национальный менталитет совсем другой, места для мусора и безнадзорных псов еще много. Но даже в нашей стране почти не осталось по-настоящему чистых мест, о чем многие не подозревают.

Кто хочет жить в чистой, тихой и безопасной стране? Все. Что нужно для того, чтобы наша страна стала именно такой? Очень немного – для начала жить так, чтобы не вредить другим. Это как первая заповедь врача. Может, в этом и состоит суть экологического сознания? Следующая ступень после «не навреди» – принеси пользу людям и окружающему миру.

Любое право человека предполагает и наличие обязанности – об этом сейчас как-то забывают. Даже право выпить пакет молока предусматривает обязанность утилизировать упаковку. Для многих молодых людей такая постановка вопроса является откровением: о правах человека они слышали много, а вот что касается обязанностей...

Известно, что при воспитании детей и подростков в России и на Западе у родителей наблюдаются разные приоритеты. В России детям, прежде всего, прививают трудолюбие, на Западе – уважение к другим людям и толерантность. Может быть поэтому у нас производственной необходимостью могут оправдать даже серьезные экологические правонарушения и преступления? За примером далеко ходить не надо – Байкальский ЦБК по «производственной необходимости» более 30 лет отравляет самое чистое в мире озеро, цена воды в котором в миллионы раз больше всего ЦБК вместе с его продукцией! Наш правовой нигилизм, о котором недавно говорил избранный президент, имеет глубокие корни.

Почему некоторые не любят экологов? Потому что они (экологи) похожи на строгую маму, которая говорит ребенку: поел – убери и помой посуду, поиграл – убери игрушки и мусор. Если люди вырастают, но продолжают думать и вести себя как глупые и непослушные дети, их раздражает и экологическое законодательство, и сами экологи. Цена их «игрушек» возрастает в миллионы раз, в той же пропорции возрастает и цена их «шалостей» для природы и окружающих людей. Иногда кажется, что такие люди живут не просто сегодняшним днем, а одной-единственной минутой. Отношение к экологии как к чему-то ненужному, неприятному, навязанному извне происками зловредного Запада – свидетельство незрелого, младенческого ума. Чем быстрее наше общество повзрослеет, тем больших бед мы сможем избежать в будущем. Только не было бы поздно.

## **ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПОЛИТИКА В ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Тамаров В.В.*

*Ярославский государственный технический университет (ЯГТУ)*

Инвестирование является актом, действием вложения денежных средств или других ресурсов, именуемых инвестициями, с целью получения дохода в будущем и достижения положительного социального эффекта. Одновременно инвестиции – это способ вложения капитала, обеспечивающий возрастание стоимости капитала и прямой доход в последующем. Размышляя об инвестиционном климате, мы имеем в виду как реальные капиталобразующие инвестиции, так и портфельные (финансовые) – вложения в ценные бумаги, доход от которых также направляется на цели развития.

Применительно к региону инвестиционный процесс в рыночных условиях отчасти зависит и определяется состоянием и содержанием собственной нормативно-правовой базы, эффективностью аппарата госуправления, квалификацией и опытом его персонала. В Ярославской области (далее – ЯО) отработка подходов и пакета документов по инвестированию в экономику началась на рубеже 2000 года: сначала была разработана «Концепция государственной инвестиционной политики на период с 2000 до 2003 года», далее постановлением Администрации области определен порядок формирования перечня приоритетных инвестиционных проектов области и были приняты законы о государственно-правовых гарантиях и о порядке и условиях предоставления бюджетных кредитов. Завершило этот этап принятие закона «Об основах промышленной политики Ярославской области» (2002 г.).

Наиболее важными решениями в этой сфере стали постановление Администрации области «О стратегии социально-экономического развития ЯО на 2004-2007 гг. «От выживания к благополучию», а также принятие закона «О государственном регулировании инвестиционной деятельности на территории ЯО» (2005 г.).

«Стратегия социально-экономического развития ЯО на 2004-2007 г.г.» определяет в качестве основных целей – повышение конкурентоспособности госуправления, бизнеса и рост эффективности производства; устанавливает приоритетные направления развития – машиностроение (в целом – В.Т.), сельское хозяйство, малый и средний бизнес. Здесь же выдвинут тезис «выявления и поддержки точек роста производства». Нет программ развития, этапов развития, обос-

нования затрат, ожидаемых результатов и эффекта; не обозначены конкретно самые важные базовые отраслевые предприятия-производства. И, тем не менее, «Стратегия...» имеет позитивную часть: она определяет инвестиционную политику ЯО как систему мер государственного регулирования экономики, формирования инвестиционного климата и имиджа области, привлечения частных инвестиций и эффективного использования государственных инвестиционных ресурсов. Вторая полезность «Стратегии...» в установлении форм господдержки инвестпроектов для производственных инвестиций в виде государственных гарантий, компенсации процентов по банковским кредитам и прямое бюджетное финансирование для социальных инвестиций. Это ценно.

Последним в пакете документов поименован закон «О государственном регулировании инвестиционной деятельности на территории ЯО», он и завершает на нынешнем этапе формирование некоторого комплекса мер, механизмов взаимодействия, форм и методов регулирования инвестиционной деятельности через: прямое участие в инвестировании, бюджетное кредитование, субсидии; формирование пакета приоритетных инвестиционных проектов; адресную инвестиционную программу области; предоставление государственных гарантий; налоговые льготы и налоговые кредиты; целевые займы; использование в инвестиционном процессе областной собственности; организационную, методическую и информационную поддержку инвестиционной деятельности в области.

Таким образом, отработанный нормативный пакет документов по инвестированию позволяет сегодня по определенным правилам формировать «Адресную инвестиционную программу», перечень приоритетных инвестпроектов, выявлять, привлекать в область и стимулировать инвесторов, используя региональные ресурсы и резервы.

Однако считать данный комплект документов высокорезультативным преждевременно. Часть из них носит общий, декларативно-описательный характер, недостаточно точно определяет правила игры. Например, не доработаны четкие механизмы, критерии и формы отбора значимых инвестпроектов, их реального регулирования и контроля исполнения, использования научной базы «Экономической оценки инвестиций» и основ дисконтирования для достоверных расчётов Затрат, ожидаемых Результатов, этапов реализации, особенно бюджетной, экономической и социальной эффективности и т.д. Недоработанность нормативной базы, особенно инструментов учёта и контроля конечных результатов в интересах бюджета и населения,

обуславливает присутствие в инвестиционной политике субъективных факторов и коммерческого интереса.

Учитывая изложенное, следует принять неотложные решения по воспрепятствованию и развитию нормативно-правовых актов на очередной срок 2008-2012 гг. и на период по 2020 год. Необходимо более точное выделение базовых производств и пороговые ориентиры экономического развития в XXI веке. Именно по этим в основном причинам не реализованы инвестиционные проекты: программа «Феникс» – строительство жилья по французской технологии, инвесткредит – затраты в сумме 30,3 млн. евро (1078 млн. руб.), по госгарантии подлежит погашению; строительство завода детского питания по инвестпроекту ведётся около десяти лет, оборудование разукомплектовано, ресурсов для ввода практически нет. В областных бюджетах на 2004-2005-2006 годы выделялось по 3 млн. руб. на сопровождение-охрану объекта... Прямые убытки. В восстановление аэропорта «Туношна» вложено, по экспертной оценке, свыше 1,3 млрд. руб. бюджетных средств (внешняя аудит-экспертиза по аналогу даёт значительно большие затраты). В ТЭО проекта не просчитаны достоверно ожидаемые грузопотоки, их себестоимость, доходы-результаты во временном лаге и особенно конкурентная среда, потребности местного и межрегионального рынка. Безубыточность этого инвестпроекта может сформироваться около 2010-2013 гг. плюс 5-7 лет на окупаемость затрат.

Следует обратить внимание на то, что на инвестиционный климат обусловленно влияет как внутриобластная, так и внешняя среда: федеральные нормы и правила, условия бюджетирования и жизнеобеспечения, независимые внешние инвесторы со своими интересами и федеральные финансово-промышленные группы (ФПГ), уже владеющие половиной промпотенциала области.

Надо учитывать прямую взаимозависимость инвестиционного климата от состояния и результатов текущей работы экономики, финансовой системы, социальной сферы. Это важные критериальные параметры и особенности инвестиционного климата. И если промышленность имеет низкие вялотекущие темпы роста объёмов производства (2004-2007 гг.) на уровне 3-4,3% ежегодно, до 40-35% промпредприятий убыточны, в строительном комплексе реально работоспособным остался только трест ОАО «Ярнефтехимстрой» и значительные проблемы, на грани выживания, обременяют Агропромкомплекс, возможности и эффективность инвестиционной инфраструктуры сжимаются.

При этом на многих промышленных предприятиях в процессе смены собственников неоднократно обновлен состав руководителей, радикально снизились уровень знания производства, качество и результативность управления. За последние 15-17 лет практически ликвидированы свыше 27 заводов и фабрик, стройтрестов, НИИ и ПКБ базовых отраслей. Так в течение трёх лет (2004-2006 гг.) в полтора раза возросли – дебиторская задолженность – до 40,1 млрд.руб. и кредиторская задолженность промышленности области – до 51-56 млрд.руб. По расчётам – приложения областного бюджета – 2008 г. эта негативная тенденция укрепилась, увеличивая «дебиторку» и «кредиторку» ещё в полтора раза; по прогнозу 2008 г. они достигают соответственно 64,3 и 72,2 млрд. руб. Реально – это серьёзное сокращение бюджетных поступлений и возрастание финансовых рисков в экономике.

Следующий фактор - состояние и качество Областного бюджета. Облбюджет 2006 года при доходах в 16,9 и расходах – 18,2 млрд. руб. имел госдолг в размере 6 млрд.руб. и объём заимствований – 2,5 млрд. руб. Фонд Развития не планируется. Бюджет утяжелен, противоречив и сложен в управлении.

Не менее труден и облбюджет 2007 года: дефицит бюджета увеличивается до 2,7 млрд. руб., а государственный долг – до 7 млрд. руб., растут расходы по обслуживанию госдолга и покрытию дефицита бюджета, не решены проблемы по формированию бюджетов поселений.

Областной бюджет – 2008 г. при общих доходах в 24,8 млрд. руб., из них 4,3 млрд. руб. федеральные субсидии, перегружен госдолгом в 10,1 млрд. руб. и затратами на его обслуживание в 650-700 млн. руб. И эти затраты эквивалентны объёму финансирования Агрокомплекса области. Где же государственный подход? Или после нас хоть... потоп?

Такое положение, по состоянию на декабрь 2007 года, характеризует в большей мере инерционное мышление, неумение управлять бюджетными ресурсами и госдолгом – нацеливать их (ресурсы) по требованию Президента РФ на конечный результат, непонимание структуры и движения денежных потоков самостоятельной производственно-финансовой системы региона, неготовность изошённо использовать рычаги государственного регулирования и управления.

В рыночных условиях многие считают идентичными понятия «Инвестиционный климат» и «Инвестиционная политика». Это неверное понимание. Сущностное содержание понятия «инвестиционный климат» заключается в формировании благоприятных условий и правовой базы, ускорении проведения нормативно-регламентных мероприятий согласования и реализации бизнес-проектов, использо-

вании элементов льготирования и поддержки инвестора. «Инвестиционная политика» на практике, прежде всего, рассматривает и анализирует инвестиционный потенциал региона – насыщенность факторами производства, состояние и развитие его производственной инфраструктуры и коммуникаций, технический уровень производства базовых предприятий (отраслей), научно-исследовательской сферы, технологические мощности строительного комплекса, вооружённость и ресурсность АПК, эффективность финансовой системы, профессиональный уровень рабочей силы и состояние экологической безопасности и определяет основные цели и задачи развития, потребность в ресурсах и прогноз результатов. Важны также условия взаимодействия с налоговой системой и органами власти. Вероятно, закономерно выразить основное содержание и приоритет инвестиционной политики в оптимизации затрат и отдачи капитала в воспроизводственном процессе.

По имеющемуся учёту объём инвестиций в основной капитал (по всем источникам финансирования) по области в 2006-2007 годах составлял 33-35 млрд. руб., что ниже величины инвестиций 2005 г., особенно резко, на 27-32%, уменьшились объёмы иностранных инвестиций. В прогнозе на 2008-2010 гг. общий объём инвестиций имеет тенденцию роста до 62,3 млрд. руб. В инвестициях 2004-2006 гг. около 42% приходилось на промышленность, ничтожно мало по значимости на сельское и лесное хозяйство – менее 3,2% и на строительный комплекс – около 1,2% и до 35% – на транспорт. Это капиталовложения собственно федеральных систем филиала ОАО «РЖД» Управления Северной железной дороги и «Балтийской трубопроводной системы». Транспортная составляющая инвестиций формально учитывается по области методологией Минэкономразвития.

В числе высокоэффективных инвестпроектов следует указать реконструкцию комплекса глубокой переработки нефти на ОАО «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез» с затратами по кредиту японского «Эксимбанка» в сумме около 220 млн. дол. и дополнительными крупными капиталовложениями НГК «Славнефть», она позволяет увеличить глубину переработки нефти с 61-63 до приблизительно 72% и даёт значительную экономическую эффективность. Многофакторную эффективность – экономическую, оборонную, социальную и экологическую имеет текущая реализация крупного проекта по строительству Северного мостоперехода через Волгу в Ярославле, его финансирование осуществляется за счёт федеральных и областных средств.

По учтённым данным администрации Ярославской области в 1994-2004 годах были завершены 36 инвестиционных проектов, в их числе наиболее значимы в промышленности – 4, сфере розничного

бизнеса – 4. В реализацию инвестпроектов вложено 625,8 млн. долларов. Кроме того, малым и средним бизнесом в этот период выполнено 16 проектов на сумму около 630 млн. руб. Следует трезво оценивать значимость и общественно-экономическую и бюджетную эффективность данного пакета проектов. Среди них, наряду с ОАО «СН-ЯНОС», народнохозяйственное значение имеет разработка и освоение производства нового поколения авиадвигателей XXI века специального и общегражданского применения, а также создание производства газотурбинных двигателей и на их базе газотурбинных теплоэлектростанций на ОАО НПО «Сатурн».

Значительные вложения в технологию производства и рост мощностей в прошедшем периоде выполнены на табачной фабрике «Балканская звезда» и ОАО «Ярпиво», они имеют откровенно коммерческий характер – дать собственникам-акционерам (сегодня это иностранные компании) максимум доходов. *При этом замалчивается крайне негативный социально-демографический и экологический эффект.* В остальных проектах, включая ряд производств машиностроения и химпереработки, инвестиции нацелены в основном на частичную модернизацию производства и переоснащение технологий.

Такие локальные вложения в обновление производства без комплексного системного подхода, как правило, не ведут к укреплению экономической системы (региона). И, напротив, реальное капиталобразующее инвестирование в базовые производства ведёт к интенсификации производственных процессов, динамичному росту производительности труда, снижению технологических издержек. Именно на этой основе доминируют в экономике области ОАО «Славнефть-Янос», ОАО НПО «Сатурн», Ярославский завод «Технический углерод». Ряд инвестпроектов предназначены и формируют денежные оттоки из области и тем самым обескровливают финансовую систему региона.

Представляется целесообразным на ближайшую перспективу концентрировать усилия и ресурсы предприятий, корпораций и господдержки на развитие мощностей, освоение новых технологий и продукции XXI века прежде всего на базовых производствах области: моторо- и авиадвигателестроения, приборостроения, энерготопливного сектора и химикоперерабатывающей отрасли, перерабатывающих предприятиях и на новых инновационных производствах.

Имеет государственную значимость и долгосрочную перспективу инвестиционный проект качественного обновления продукции и перевооружения производства на группе предприятий: ОАО «Автодизель» (Ярославский моторный завод), ОАО «ЯЗДА» – топливная

аппаратура, ОАО «Тутаевский моторный завод», управляемые группой «РусПромАвто» (принадлежат ООО «Базовый элемент»). На первом 4-5-летнем этапе потребность в инвестициях на разработку и освоение новой отечественной (подчеркнём – отечественной!) модели дизель-мотора и топливной аппаратуры к нему по стандартам не ниже «Евро-4 – Евро-6», а также перевооружения производства по укрупнённым расчётам составляет 350-400 млн. долларов. Это может позволить в течение 7-9 лет увеличить производство дизельных двигателей (прогнозно) с 55-58 тыс. шт. до 90-95 тыс. шт. в год, обеспечить рынок СНГ и госзаказ, создать новые рабочие места и технологические мощности, улучшить промсанитарию, снизить удельную величину вредных выбросов. По завершению первого этапа потребуются второй этап перевооружения производства, в том числе вспомогательного, инженерных сетей и коммуникаций.

В принципе это часть национального проекта – восстановления Автопрома. Вполне реальна и организация финансирования: долевое участие трёх сторон – «Базовый элемент» + Союзный бюджет России и Белоруссии + собственные средства предприятий в соотношении, например, 40 x 40 x 20%. Окупаемость в пределах 8-10 лет. Но эта программа требует концентрации ресурсов, умелого управления и жесткой дисциплины... и участия государства. В качестве примера-аналога интересен опыт правительства Санкт-Петербурга по привязке автосборочного производства на инженерно подготовленную промплощадку и реализация бизнес-проекта в течение двух лет и как результат – продажи автомобилей компании «Форд» за 2006 год выросли на 92% к предыдущему году.

Надо полагать перспективным увеличение доли предприятий пищевой и легкой промышленности в 1,5-2 раза по сравнению с текущей, что в силу высокой оборачиваемости денежных средств ведёт к быстрому накоплению капитала для целей развития.

Инструментом инвестиционной политики может стать Фонд развития области (бюджетный), если его формировать в объёме 5-7% расходов областного бюджета и направлять на цели развития производственной инфраструктуры, коммуникаций, энергетики, информационных технологий и т.д. При этом собственно региональная стратегия инвестиций может и должна изначально опираться на создание и предложение инвесторам, в том числе и Правительству РФ, ряда новых «Производственно-технологических зон» в формате 11-15 кв. км с готовой энергетической и инженерной инфраструктурой и пакетом архитектурно-планировочных предложений. В такой зоне инвесторы в короткие сроки сформируют и оснастят промбазу изготовления новой импортозамещающей продукции, развернут центры сервисного и инжинирингового обслуживания и пр. Здесь же следует

планировать жилые массивы с комплексом предприятий-организаций социального обслуживания и обеспечения. Это будут города-спутники, научно-технические центры с населением в 15-20 тыс. человек. В принципе это вариант создания «Производственной (и социальной) экосистемы» нового технологического типа, пример для XXI века. Привязка таких зон рациональна, например, в районе «северо-западнее г. Ярославля – Тенино – Григорьевское», в секторе «Гаврилов-Ям – с. Великое» и в Рыбинске в секторе «Волжский машзавод – кабельный завод – завод «Гидромеханизация». Целесообразно и полезно провести предварительную оценку действующих экономических активов области, определить их реальную рыночную стоимость, их ликвидность, классифицировать потенциальную эффективность.

Необходимо также отметить роль и влияние руководства области, органов исполнительной власти в части формирования пакета инвестиционных проектов, поиска и привлечения инвесторов, выполнения функций регулирования, контроля и стимулирования участников, создания благоприятного инвестиционного климата.

Автор японского экономического чуда С. Окита незадолго до смерти заявил: «Часто можно слышать, что провозглашенный в СССР и странах Восточной Европы переход к рыночным механизмам является убедительным доказательством превосходства рыночной экономики над централизованно планируемой. Я полагаю, что это *заблуждение* (курсив мой – В.Т.). Проблема состоит в том, чтобы соединить, согласовать в едином механизме начала этих двух систем, найти объективный путь комбинирования рыночных механизмов и государственного планирования и регулирования».

В текущих условиях России, когда власть как бы «самоустраняется» от экономики, в инвестиционной политике в целом и стратегии инвестиций практически почти не разрабатываются два-три чрезвычайно важных для социально-экономического развития регионов аспекта. Первый аспект – энергетический. Экономическая стратегия развития областей, краёв и политика инвестиций по своим базовым этапным параметрам должны быть взаимосвязаны и планомерно сбалансированы во времени с имеющимися энергемощностями и электросетями присоединения региональных энергосистем, которые, в первую очередь, и, как правило, нуждаются в неотложном и ускоренном перевооружении и наращивании потенциала.

Но в условиях действующего реформирования электроэнергетики ведётся совершенно новое отраслевое «пакетирование» энергопроизводящих предприятий (генерации) и распределительных электросетей, происходит перспективное формирование укрупнённых, межрегиональных энергохолдингов. Согласование и сбалансированность параметров экономики и социальной сферы регионов, их по-

требности в энергоресурсах с новыми энергохолдингами и РАО ЕЭС разорваны и/или затруднены многочисленными барьерами и требуют применения постоянных и долговременных рычагов государственного регулирования и опережающего взаимодействия регионов с энергетиками. Это надо было делать вчера, иначе не будет ни удвоения ВВП, ни социального развития. Следовательно, действует формула: планирование параметров развития и затрат + балансирование территориальных потребностей в ресурсах и во времени = ожидаемые результаты. В этом, вероятно, и должна состоять вторая, региональная составляющая часть плана ГОЭЛРО-2 в XXI веке и первоочередная задача администраций регионов при формировании инвестиционных пакетов и программ социально-экономического развития.

Второй аспект также национально-государственной важности – это продовольственная безопасность регионов и страны в целом. Нам следует трезво и бесспорно оценить и знать «априори», как само собой разумеющееся, что при проведении Россией политики национальных приоритетов и интересов, реальных действий по восстановлению bipolarности мирового развития, США и ЕЭС-Европа ограничат или закроют канал продовольственного импорта в РФ, им нужна только зависимая и управляемая страна. Но наше сельское хозяйство обрушено либерально-монетаристской политикой, а собственное производство продовольствия обеспечивает, по разным источникам, 28-35% потребности. Нужен коренной поворот стратегии и политики инвестиций на ускоренное восстановление Агропромкомплекса, его перевооружение и капитализацию. Это стоит огромных капиталовложений.

Так, по области необходимо и целесообразно планировать поэтапное перевооружение и реконструкцию, например, 100 крупных коллективных хозяйств (СПК) в 17 сельских районах. При недостатке средств, как минимум, 50-ти хозяйств. Это базовые точки восстановления и роста продовольственной базы первого этапа. Так, например, для воспроизводства одного из передовых хозяйств области – колхоза-племзавода «Горшиха» Ярославского района (около 2500 га земли) по основным товарным показателям (корма-молоко-мясо-семена) в 2-4-х летнем цикле, по расчётам специалистов АПК и экспертов, необходимо вложить не менее 180-200 млн. руб. (расчёты 2006 г.). На 100 хозяйств потребуется 20 млрд. руб. прямых инвестиций в течение 4-8 лет. Это новейшие технологии, инженерные сети на селе, коммуникации, техника, жильё и набор-привлечение новых дополнительных трудовых ресурсов.

Третий аспект – экологический. Несомненна его важность и злободневность, так как по мере индустриального развития и усиления частно-рыночных отношений проблемы экологии обостряются и ус-

ложняются. На практике экологическая безопасность актуальна в плане охраны человека и окружающей среды – земли, воды, атмосферы (воздуха). Интересно проследить, как выражены концептуальные подходы, финансирование и эффективность природоохранных мероприятий, например, в областных целевых программах (кратко: ОЦП) и Адресной инвестиционной программе (АИП), утверждённых областным законом «Об областном бюджете на 2008 год». Среди 49 ОЦП две программы прямо связаны с экологией – поз.42 (по перечню) ОЦП «Отходы» и поз.38 «Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры ЯО» с затратами соответственно 38,7 (на два года) и 940 (на три года) млн. руб. Причём по программе «Модернизации...» заложено в основном расселение аварийного жилья и мероприятия по газификации, тепло- и водоснабжению и водоотведению поселений (483 млн.руб.). Имеются ещё три ОЦП – поз.37 «Развитие автодорог», поз. 10 «Развитие автопассажирских перевозок» и поз.43 «изучение недр» с затратами в сумме  $426,9+16,8+3,7=447,4$  млн. руб., где должна быть экологическая составляющая капвложений. В других ОЦП наличие элементов защиты среды обитания не показано, они нацелены в целом на социальные аспекты. Аналогичная ситуация с «Адресной инвестпрограммой», в состав которой включены в основном мероприятия по капитальному строительству, реконструкции или расширению объектов областной и муниципальной собственности и, как правило, детализируют те или иные областные программы. «АИП» в результате ключевом не содержит в себе инвестиционной, производственной составляющей или эффективных мер по улучшению экологии, поэтому не определяет наращивание экономического потенциала области и служит выравниванию социально-экономического развития районов и городов. В 2007 г. работали 3 ОЦП из 41 (34 млн. руб).

В текущий момент речь идёт об ориентации инвестиций на научно-технический прогресс в промышленности, сфере образования, других отраслях и поэтапной подготовке к переходу экономики на инновационный цикл развития.

## ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ЭКОЛОГИЮ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Жаров А.В., Павлов А.А.*

*Ярославский государственный технический университет  
(ГОУ ВПО ЯГТУ)*

Стремительное развитие парка машин, оснащенных двигателями внутреннего сгорания (ДВС), является одним из основных негативных факторов влияющих на экологическую обстановку в городах и населенных пунктах. Главной причиной этого являются продукты сгорания ДВС.

Теоретически конечными продуктами полного сгорания являются диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ) и вода. Но в силу целого набора факторов полное сгорание топлива обеспечить невозможно. В результате наблюдается неполное сгорание и как следствие образование следующих продуктов сгорания. Углеводороды вида:  $\text{C}_n\text{H}_m$  (парафины, олефины, ароматические углеводороды);  $\text{C}_n\text{H}_m\cdot\text{CHO}$  (альдегиды);  $\text{C}_n\text{H}_m\cdot\text{CO}$  (кетоны),  $\text{C}_n\text{H}_m\cdot\text{COOH}$  (карболовая кислота);  $\text{CO}$  (оксид углерода). Продукты термического разложения и их производные:  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{H}_2$  (ацетилен, этилен, водород);  $\text{C}$  (сажа); Полициклические углеводороды. Побочные продукты сгорания: из атмосферного азота – оксиды азота; компоненты топливных присадок; оксиды серы.

К основным компонентам относятся три вещества: азот, диоксид углерода и водяные пары. Все они нетоксичны, однако  $\text{CO}_2$  влияет на образование «парникового эффекта». Наряду с основными компонентами присутствуют и токсичные компоненты, представленные следующими веществами. Оксид углерода ( $\text{CO}$ ), присутствие которого в объёмной концентрации 0,3% может привести к смерти человека в течении 30 минут. Оксид азота ( $\text{NO}$ ) бесцветный газ, который на воздухе постепенно окисляется до  $\text{NO}_2$  – ядовитого газа. Обычно  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$  объединяются под общим названием –  $\text{NO}_x$ . Но наибольшую опасность для человека представляют тяжелые соединения канцерогенной группы – полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Данные вещества на 30% определяют состав «твёрдых» частиц. Остальное в составе «твёрдых» частиц – это сажа (50%), сульфаты, вода (мельчайшие капли конденсата) и зола.

Дизели и двигатели с принудительным зажиганием, работающие на бензине различаются по составу вредных выбросов с отработавшими газами. На сопоставимых между собой двигателях по производимой мощности и режимов работы дизельный двигатель имеет преимущество по выбросам  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_n\text{H}_m$ , и  $\text{CO}$ , но проигрывает двигателю с

принудительным зажиганием, работающих на бензине, по альдегидам (в основном, формальдегиду –  $\text{CH}_2\text{O}$ ) и эмиссии «твёрдых» частиц.

На основе всего вышесказанного в данной работе будут представлены результаты расчетов годового выброса (т/год):  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_n\text{H}_m$ ,  $\text{NO}_x$ , «твёрдых» частиц в Ярославле и Ярославской области.

При расчете годового выброса принимаются следующие допущения:

- 1) средний годовой пробег легкового автомобиля – 20000 км;
- 2) средний годовой пробег грузового автомобиля или автобуса – 60000 км;
- 3) двигатели всех транспортных средств полностью исправны;
- 4) используемые эксплуатационные материалы соответствуют требованиям ГОСТ и требованиям инструкции по эксплуатации транспортного средства;
- 5) количество легковых автомобилей с дизельными двигателями в силу их малого количества в расчете не учитывается;
- 6) в расчете не учитывается влияние сельскохозяйственной и специальной строительной техники.
- 7) количество автотранспорта, двигающихся транзитно через Ярославскую область не учитывается.

Исходными данными для данного расчета являются количество транспортных средств (ТС) в Ярославле и Ярославской области, а также результаты исследования на предельную величину токсичных компонентов в отработавших газах их двигателей.

Следует отметить, что исследования на предельную величину токсичных компонентов базируются на использовании стандартизованного ездового цикла. В этом цикле все режимы (разгоны, движение с постоянными скоростями, переключение передач, торможение, работа двигателя на холостом ходу, остановки) выбираются так, чтобы обеспечивался примерный уровень соответствия значениям скоростей и ускорений, характерных для современного ритма движения. При этом предельная величина токсичных компонентов определялась при работе пяти дизельных двигателей и пяти с принудительным зажиганием. Срок эксплуатации исследуемых двигателей не превышал 5 лет. В таблицах 1, 2 приведены данные по исследованию двигателей с принудительным зажиганием и дизельных соответственно.

При определении общих суммарных выбросов токсичных веществ использовались данные по количеству ТС зарегистрированных в Ярославле и области на конец 2007 года. Так на этот период в Ярославле было зарегистрировано 104000 легковых автомобилей, 25509 грузовых автомобилей и 4452 автобуса. В Ярославской области 218189 легковых автомобилей, 56839 грузовых автомобилей и 9307 автобусов.

Таблица 1

Выбросы токсичных компонентов двигателями  
с принудительным зажиганием

Компоненты, г/км			
CO	NOx	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	Твердые частицы
1,5	0,25	0,25	0,009

Таблица 2

Выбросы токсичных компонентов дизельными двигателями

Компоненты, г/км			
CO	NOx	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	Твердые частицы
0,6	0,6	0,1	0,09

На основании проведенных исследований, данных по количеству ТС и принятых допущений, было определено количество выбросов токсичных веществ, которые приведены в таблицах 3 и 4 для Ярославля и Ярославской области соответственно.

Таблица 3

Выбросы токсичных веществ ТС в Ярославле

С принудительным за- жиганием	Тип ТС	CO, т/год	NOx, т/год	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> , т/год	Твердые частицы, т/год
	легковой	3132,24	522,04	522,04	18,79
грузовой	1082,07	180,35	180,35	6,49	
автобус	237,51	39,59	39,59	1,43	
Дизели	грузовой	477,11	477,11	79,52	71,57
	автобус	85,03	85,03	14,17	12,75

Таблица 4

Выбросы токсичных веществ ТС в Ярославской области

С принудительным зажиганием	Тип ТС	СО, т/год	NO <sub>x</sub> , т/год	С <sub>n</sub> H <sub>m</sub> , т/год	Твердые частицы, т/год
		легковой	6545,67	1090,95	1090,55
	грузовой	2842,2	473,7	473,7	17,05
	автобус	567,27	94,55	94,55	3,40
Дизели	грузовой	514,19	514,19	85,70	77,13
	автобус	110,81	110,81	18,47	16,62

Анализируя расчетные данные, представленные в таблицах 3 и 4, необходимо отметить, что наибольшее количество выбросов токсичных веществ приходится на легковой автомобильный транспорт. Это находит подтверждение и при анализе объемов реализуемого бензина (основным потребителем бензина являются легковые автомобили). Так в области годовой объем реализации бензина в 3 раза превышает объем дизельного топлива.

Для более полного анализа, получившихся результатов приведем данные по действующим нормативам по выбросу токсичных веществ ТС (таблицы 5, 6, 7).

Таблица 5

Предельные нормы выброса токсичных веществ с отработавшими газами двигателей с принудительным зажиганием

Норма	СО, г/км	С <sub>n</sub> H <sub>m</sub> , г/км	NO <sub>x</sub> , г/км
Евро 1	2,72	-	-
Евро 2	2,2	-	-
Евро 3	2,3	0,2	0,15
Евро 4	1,0	0,1	0,08

Таблица 6

## Экологическая классификация колесных транспортных средств

Экологический класс ТС	Нормативные документы, устанавливающие требования к экологическим характеристикам ТС	Уровень нормирования в странах ЕС (справочно)
0	Правила ЕЭК ООН № 83-02А; 83-03А; 83-04А; Правила ЕЭК ООН № 49-01; ОСТ 37.001.070-94 и более ранние требования	Евро-0
1	Правила ЕЭК ООН № 83-02 В,С; Правила ЕЭК ООН № 49-02 А	Евро-1
Экологический класс ТС	Нормативные документы, устанавливающие требования к экологическим характеристикам ТС	Уровень нормирования в странах ЕС (справочно)
2	Правила ЕЭК ООН № 83-03В,С,Д; 83-04В,С, Д; <i>Правила ЕЭК ООН № 49-02 В;</i> <i>ГОСТ Р 51832-2001</i>	Евро-2
3	Правила ЕЭК ООН № 83-05А; Правила ЕЭК ООН № 49-03А, 49-04А; ГОСТ Р 51832-2001  Правила ЕЭК ООН № 96-01	Евро-3
4	Правила ЕЭК ООН № 83-05В; Правила ЕЭК ООН № 49-03В1, 49-04В1;  ГОСТ Р 51832-2001	Евро-4
5	Правила ЕЭК ООН № 49-03В2, 49-04В2	Евро-5

Таблица 7

Предельные нормы выброса токсичных веществ  
с отработавшими газами дизельных двигателей

Норма	СО, г/кВт ч	С <sub>п</sub> Н <sub>т</sub> , г/кВт ч	NO <sub>x</sub> , г/кВт ч	Твердые частицы, г/кВт ч
Евро 2	4,0	1,1	7,0	0,15
Евро 3	3,5	1,0	5,0	0,13
Евро 4	4,0	0,46	3,5	0,02

Примечание. Для дизельных двигателей, предназначенных для установки на ТС полной массой более 3500 кг токсичность определяется в г/кВт ч. В нашем случае исследовались именно такие ТС

В качестве основного вывода по работе следует отметить, что общее количество выбросов токсичных веществ в Ярославле и Ярославской области составляет 22045,92 т/год.

## ПОГРЕБЕННЫЕ РУСЛА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ

*Певзнер А.А., Дутов Н.В.*

*Ярославский государственный педагогический университет  
им. К.Д. Ушинского (ЯГПУ им. К.Д. Ушинского)*

Исторически известно, что на территории города, в том числе центральной его части располагались многочисленные водные объекты озера, реки, ручьи. Примерная схема их расположения приведена на схеме реконструкции составленной Н.С. Землянской и А.М. Рутманом с учетом материалов Н.Н. Гаевой, Н.С. Землянской и О.И. Островской (История..., 2006). Со временем, в результате активной антропогенной деятельности, эти объекты исчезли с лица земли. Но прекратили ли они свое существование, и каково их местоположение большой вопрос?

Логично предположить, что ушедший под землю специфический, русловый, водоупорный рельеф представляет собой систему погребенных русел. Фильтрующиеся через грунт талые и дождевые воды, а также поземные воды техногенного и другого происхождения заполняют русловые ложа и перемещаются по ним в силу законов гидродинамики. Динамические характеристики этих потоков их водонаполненность, скоростные, температурные режимы определяются многими факторами, такими как рельеф, количество осадков, состояние подземных коммуникаций, состав и строение подстилающих и заполняющих грунтов и многое другое. Проявление динамики «жизни» погребенных русел может существенно сказаться на состоянии городских строений.

Наименее изучены и трудно уловимы последствия связанные с внутренней динамикой геосреды. Современное возведение строительных сооружений производится без существенного учета пространственно-временных изменений параметров грунтов подстилающей поверхности. Между тем существующий опыт позволяет полагать, что такие параметры как водонасыщенность, вязкость, реологические свойства грунта могут колебаться очень сильно по вертикали и по горизонтали, как по естественным, так и по техногенным причинам. Понимание динамики параметров грунтов может облегчить структурно-историческая модель геосреды, согласно которой комплекс водонасыщенных слоев представляет сложную систему русловых отложений чередующихся с водоупорными слоями, как по вертикали, так и по горизонтали. Погребенная русловая система

обладает своим водным режимом и направлением стока, что определенно должно влиять на механику грунтов и учитываться при строительстве.

Несмотря на солидный опыт строительства на территории Ярославля о погребенной русловой системе известно очень мало. Значительная доля информации о расположении речек и ручьев, ныне исчезнувших содержится на старых картах города Ярославля. Если совместить старые карты территории Ярославля с современной картой города, то можно отметить, что здания, имеющие характерные повреждения располагаются в районе местоположения исчезнувших русел, что дает основание предполагать связь разрушений с погребенными руслами. Однако древние карты очень схематичны и не дают точной привязки местоположения погребенных русел. Следовательно, задача поиска и разведки, погребенных русел является актуальной.

Писк и разведку погребенных русел можно проводить с помощью исследовательских скважин, шурфов и траншей. Эти методы обеспечивают высокую информативность. Однако они обладают такими существенными недостатками, как высокая стоимость, значительно возрастающая при повышении детальности исследования, существенный вред, наносимый окружающей среде и ограниченные возможности на застроенных территориях, например в пределах города. Кроме того, эти методы не всегда обеспечивают достаточную точность поиска и разведки. Так, например, в прессе прозвучала информация о том, что в результате исследований проведенных в районе площади Волкова, в связи с предполагаемым строительством, погребенные русла в районе площади Волкова отсутствуют.

С точки зрения снижения затрат, повышения разрешающей способности и экологичности более предпочтительными являются геофизические методы. Такие как электроразведочные, радиолокационные, например «Геолокатор», и сейсмоакустические. К ним относятся метод отраженных волн (МОВ), метод преломленных волн (МПВ), вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП).

Сейсмоакустические методы являются высокоинформативными, неразрушающими и сравнительно недорогими. Применение сейсмических станций с накоплением и маломощных невзрывных источников позволяет осуществлять проведение работ в условиях высоких помех без нанесения ущерба окружающей среде.

Исследования, проведенные нами (Малышев, Певзнер, Преснухин, 2000; Певзнер, Певзнер, 2005) совместно с центром обследования и усиления зданий, студентами и школьниками в центральной

части города с использованием различных методов позволяют утверждать, что в ряде обследованных мест прослеживаются погребенные русла в различных их проявлениях.

При исследованиях проведенных под зданием театра Ф. Волкова были обнаружены погребенное русло реки (предположительно «Нетеча») и засыпанный ров, простиравшийся согласно историческим сведениям до Знаменской башни.

Ю - Западный проф. (кор.) - Ю

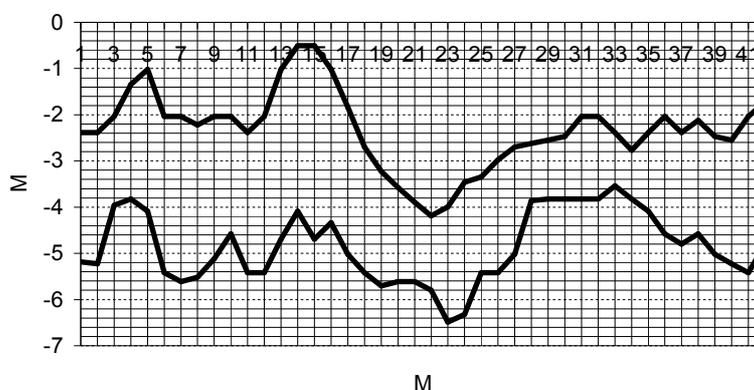


Рис. 1. Сейсмический профиль, полученный при исследованиях в районе театра им. Ф. Волкова

Из рисунка видно, что для исследуемых глубин четко прослеживаются две отражающие границы. При этом получена высокая детальность исследуемой среды.

Полученные геофизическими методами результаты можно уточнить, проведя контрольное бурение. Или воспользовавшись результатами ранее проведенных инженерно-геологических изысканий в данном районе.

Для сравнения результатов полученных при исследовании театра им. Ф. Волкова и поиска руслового продолжения мы воспользовались результатами ранее проведенных, с помощью бурения, инженерно-геологических изысканий вблизи кафе «Европа». По полученным результатам мы построили объемное изображение уровня грунтовых вод. Полученное изображение приведено на рис. 2.

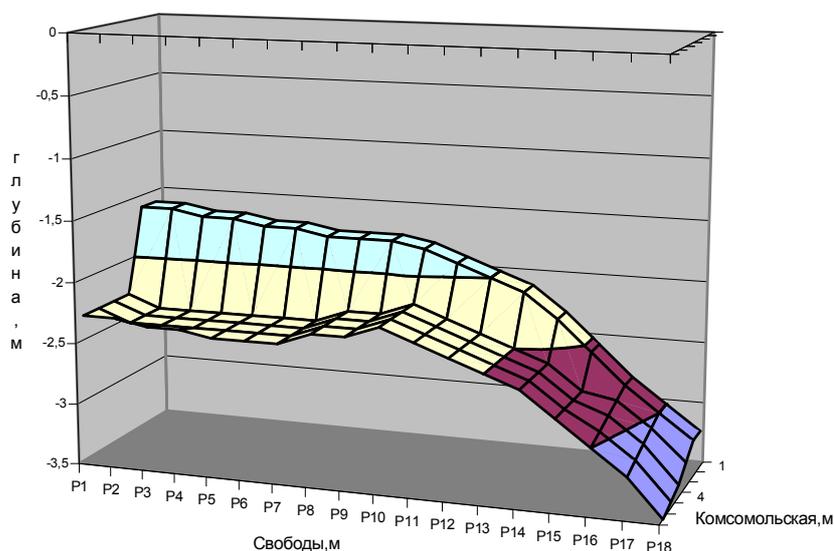


Рис. 2. Уровень грунтовых вод кафе «Европа»

Наблюдаемое на рисунке падение уровня грунтовых вод показывает, что продолжение русла в районе кафе «Европа» проходит по улице Комсомольской. Также хорошо виден резкий перепад уровня грунтовых вод вблизи фундамента кафе «Европа». Можно посчитать примерное значение силы давления водонасыщенного грунта со стороны улицы Свободы на фундамент, и оценить вероятные динамические изменения этой нагрузки на фундамент при изменении статического уровня грунтовых вод. Нетрудно представить, что эти нагрузки в совокупности с физико-химическими процессами, и вибрационными воздействиями от транспорта обусловили разрушение названного здания.

Таким образом, следует отметить:

1. Поиск и разведка местоположения погребенных русел в городской черте необходимы для предупреждения ошибок при строительстве новых объектов и принятия мер к предупреждению разрушения существующих. Что особенно важно для сохранения значительного архитектурного наследия и исторически важных объектов нашего замечательного города.

2. Для повышения достоверности поиска и разведки погребенных русел, снижения или исключения вреда среде и снижения затрат необходимо использование комплексных методик исследования включая геофизические методы исторические исследования и использование ранее проведенных инженерно геологических изысканий.

#### Литература

- История губернского города Ярославля.* Ярославль, 2006. 520 с.
- Мальцев И.В., Певзнер А.А., Преснухин В.И.* Памятник должен жить вечно // «Ярославль многоликий». Ярославль, 2000, №2, с.2-4.
- Певзнер А.А., Певзнер Л.А.* Поиск и разведка погребенных русел в городской черте Ярославля // Актуальные проблемы экологии Ярославской области (материалы III науч.-практич. конференции). Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2005. Вып.3, т.1, с.111-114.

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВЫГОДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОШИБКИ ЗАСТРОЙКИ ВОДООХРАННЫХ ЗОН В КОНТЕКСТЕ ВОДНОГО КОДЕКСА**

*Гордин И.В.*

*Институт программных систем РАН (ИПС РАН)*

Новый Водный кодекс вызвал бурную дискуссию в обществе, в центре внимания которой – тревога за превалирование экономических, приватизационных интересов над социальными и экологическими. Эта тревога за состояние водных ресурсов страны вполне обоснована и в части судьбы водоохраных зон рек, озёр и водохранилищ.

Побережья всегда были землями особой экономической ценности, предельно привлекательными для элитной застройки. Сегодня на берегах подмосковных водных объектов цена сотки земли доходит до 500 тысяч долларов, т.е. цена квадратного метра дикого берега достигает цены квадратного метра жилой площади со всеми атрибутами городского бытового комфорта.

С началом массовой дачно-коттеджной застройки побережий и островов эколого-экономические противоречия в использовании водоохраных зон рек, озёр и водохранилищ вышли на принципиально новый уровень, в ряде аспектов приобрели антагонистический характер. В стадию трудноразрешимых социо-эколого-экономических конфликтов ситуация зашла в зонах санитарной охраны источников водоснабжения, на питьевых водохранилищах городов, в национальных парках. И главной причиной хаоса на российских берегах явилось отсутствие государственно-отраслевого управления землями водного фонда.

Принцип неотделимости состояния вод от состояния побережья является фундаментальным постулатом экологии. Он не только теоретически и экспериментально обоснован, но и долгое время успешно реализовывался в законодательной и правоприменительной практике, обеспечивая необходимую береговую охрану водных ресурсов.

Но с середины 1980-х годов отношение к берегам как к государственной собственности, являющейся неотъемлемой частью водного объекта, утрачено. Минводхоз, следуя принципу минимизации забот, фактически уклонился от хозяйственного управления побережьями. Бесценные в экологическом и экономическом плане земли оказались бесхозными и, естественно, стали интенсивно расхищаться. В 1990-е годы эту капитуляцию руководство отрасли оформило рядом абсо-

лютно непрофессиональных нормативно-правовых актов, центральным из которых стало «Положение о водоохраных зонах» (знаменитое Постановление № 1404).

В современной юридической науке создается принципиально новое право, охраняющее природу как самоценность, преодолевающее традиционную узость антропоцентризма и устремленное к экоцентрическим эталонам. Но, в то время как общее экологическое право торжественно и величаво всё круче поднимается вверх по лестнице прогрессивной юриспруденции, регламент водоохраных зон неумолимо продолжает трусцой и вприпрыжку близоручко спускаться вниз по ступеням либерализации.

Принципиальным достижением сил, лоббирующих послабления водоохранного законодательства, является снижение статуса категории запретной зоны и неоправданно расширенное толкование презумпции экологической невиновности. И это происходит несмотря на то, что юридические инстанции всех уровней единогласно относят экологические правонарушения к категории повышенной латентности, к исключительно трудно раскрываемым и исключительно трудно доказываемым в суде.

Адвокаты экологических правонарушений чутко улавливают предельно выгодные для их подзащитных дух и букву современного водоохранного законодательства: «Смело размещайся у самой воды, но только не позволяй уличить себя в нанесении экологического вреда. В соответствии с общими принципами юриспруденции ты под защитой презумпции невиновности».

Основной тезис оправдания застройщиков берегов с различными вариациями излагается примерно в следующей форме: «Законодательство в принципе разрешает застройку. С оговоренными в законодательстве обременениями обвиняемый согласен. За невыполнение обременений готов отвечать экономически штрафами и обязательствами выполнения в назначенные сроки».

Послушаем, как звучит этот аргумент в устах признанного тяжеловеса адвокатуры Генриха Падвы (журнал «Итоги», 10.08.04): «В Постановлении правительства № 1404 от 23.11.96 прописано, что на расположенных в пределах водоохраных зон приусадебных, дачных участках должны соблюдаться правила их использования, исключаящие загрязнение, засорение и истощение водных объектов. Такая норма предполагает ведение приусадебного хозяйства в водоохранной зоне. Остальное – вопрос конкретного случая, и с каждым нарушением надо разбираться индивидуально».

Что разобраться не удастся, опытный адвокат, конечно, догадывается. Доказать отсутствие необходимых водоохранных мероприятий в частных владениях на береговых землях или их неэффективность в случаях, когда они владельцами имитируются, практически невозможно.

Уж как строго при эксплуатации нефтепроводов назначаются «правила их использования, исключающие загрязнение, засорение и истощение вод». И уж, конечно, эти правила были прописаны рекордно жёстко для нефтяной трубы, которая по проекту 2006 г. должна была пролечь по северному берегу Байкала. Однако явившийся на финальное утверждение проекта В.Путин подошёл к карте и тремя штрихами фломастера отодвинул трассу на 400 километров к северу.

Очень символичный эпизод. Правила хорошего поведения в водоохранной зоне – это надежда, а запрет на размещение в водоохранной зоне потенциальных источников загрязнения – это надёжность.

Кратко остановимся на печальной судьбе самого понятия «земли водного фонда». Эта категория была определена Земельным кодексом РФ, статьей 102:

«1. К землям водного фонда относятся земли, занятые водными объектами, земли водоохранных зон водных объектов, а также земли, выделяемые для установления полос отвода и зон охраны водозаборов, гидротехнических сооружений и иных водохозяйственных сооружений, объектов».

В действующем до 2007 г. Водном кодексе РФ, принятом в 1995 г., органическая и функциональная неотделимость водного пространства, водной массы, ее качества от состояния берегов была однозначно провозглашена статьей 7: «Поверхностные воды и земли, покрытые ими и сопряженные с ними (дно и берега водного объекта), рассматриваются как единый водный объект».

Объективно создание концепции комплексного использования и охраны береговых земель водного фонда остается актуальной непоставленной задачей. Но новым Водным кодексом проблема радикально снимается с повестки дня. Федеральный закон «О введении в действие Водного кодекса РФ», принятый Госдумой 12.04.2006, статьей 14 вносит следующие изменения в Земельный кодекс:

«Статью 102 Земельного кодекса РФ «Земли водного фонда» изложить в следующей редакции:

«К землям водного фонда относятся земли:

1) покрытые поверхностными водами, сосредоточенными в водных объектах;

2) занятые гидротехническими и иными сооружениями, расположенными на водных объектах».

И всё. Только дно, о берегах забудьте, водоохранные зоны в земле водного фонда не входят.

Решительно исключены из статьи 102 и зоны санитарной охраны источников централизованного питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.

Так, может быть, Водный кодекс считает достаточным, что Земельный кодекс включает водоохранные зоны статьей 97 в земли природоохранного назначения, причем первым подпунктом пункта 1? Не тут-то было: исключать – так отовсюду. Той же статьей 14 вносится в Земельный кодекс и такое изменение: «подпункт 1 пункта 1 статьи 97 признать утратившим силу».

Таким образом, по инициативе авторов Водного кодекса понятие «Водоохранные зоны» из Земельного кодекса изымается. И несомненно, из вежливости, чтобы не осложнять никому земельных отношений.

Понятие водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы, к счастью, оставлены в самом Водном кодексе. Однако для их нормативно-правовой регламентации у нас всегда жалели законодательно-водохозяйственной мудрости. Об этом можно прочитать в (Водный кодекс, 2007; Гордин, 2006), где проведен подробный лингвистический анализ основных документов, ставших знаменем конкистадоров российских побережий в 1990-е годы.

Но за удивительным текстом этих документов, местами ярко отражающим «мучительную борьбу языка за независимость от мозгов», нельзя не видеть логику хищнического отношения к природе и логику превращения природоохранного закона в управляемое дышло. Эти «бумажные тигры» преподнесли адвокатуře целый букет преимуществ, позволяющих сегодня выигрывать практически все судебные разбирательства по аннексии берегов.

Причем адвокатам нет нужды брать на себя утомительный труд лингвистического анализа, вполне достаточно простого «погружения» аудитории и судей в обескураживающий сумбур документов, не позволяющий природоохранным органам сколь либо внятно и убедительно сформулировать государственные претензии.

Похоже, что составители регламентов водоохранных зон наконец сами устали от эзоповской замысловатости своих текстов и решились высказаться просто и ясно. И ни в каких-нибудь постановлениях, а в самом Водном кодексе РФ. Но, кажется, от этой ясности стало

только печальнее, поскольку простота высказываний всегда была рискованным тестом на знание предмета.

Читаем статью 65 «Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы» Водного кодекса 2007 г.:

«...4. Ширина водоохранной зоны рек или ручьев устанавливается от их истока для рек или ручьев протяженностью:

- 1) до десяти километров – в размере пятидесяти метров;
- 2) от десяти до пятидесяти километров – в размере ста метров;
- 3) от пятидесяти километров и более – в размере двухсот метров;

...6. Ширина водоохранной зоны озера, водохранилища, за исключением озера, расположенного внутри болота, или озера, водохранилища с акваторией менее 0,5 квадратного километра, устанавливается в размере пятидесяти метров».

Таким образом, ширина водоохранной зоны для рек назначается в диапазоне до 200 м, а для озер и водохранилищ – не более 50 м. Это, например, значит, что Волга на незарегулированных участках будет защищена от береговой антропогенной нагрузки полосой 200 м, а на зарегулированных – только 50.

По логике составителей кодекса получается, что русловой быстрой уязвим для береговых антропогенных воздействий гораздо больше, чем слабопроточные и застойные мелководья озер и водохранилищ.

А ведь именно замедление водообмена, снижающее разбавление сточных вод, интенсивность аэрации и в целом самоочищающую способность водных масс, является главным фактором уязвимости водоемов в сравнении с водотоками. Именно застойные, хорошо прогреваемые мелководья являются наилучшей кухней для развития фитопланктонного цветения, зарастания макрофитами и заболачивания при наличии достаточной биогенной подпитки. Это главные, глубоко изученные гидроэкологические минусы озер и водохранилищ, всегда требовавшие повышенного водоохранного внимания.

Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ, проект № 06-02-00043а.

#### Литература

- Водный кодекс РФ*. М.: Юридическая литература, 2007. 80 с.  
*Гордин И.В.* Кризис водоохранных зон России. М.: Физматлит, 2006. 196 с.  
*Гордин И.В.* Берегите берега. М.: Физматлит, 2007. 108 с.

**ВОЗДЕЙСТВИЕ СТОКОВ ПРОМЗОНЫ ГОРОДА ЧЕРЕПОВЦА  
НА КАЧЕСТВО ВОДЫ И ЭКОЛОГИЮ ДОМИНАНТОВ-  
ЗООПЛАНКТЕРОВ ПЕЛАГИАЛИ РЫБИНСКОГО  
ВОДОХРАНИЛИЩА**

*Ривьер И.К.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д.Папанова РАН  
(ИБВВ РАН)*

Сточные воды металлургического производства г. Череповца, гигантские свалки металлолома по берегам рек Кошты и Шексны, интенсивное судоходство служат постоянным источником поступления загрязнителей технического происхождения. Процесс прогрессирующего ухудшения качества воды регистрируется по показателям среды и биоты прилегающих акваторий. Повышение минерализации (элетропроводности) и мутности воды, а также органической взвеси, количества фитопланктона вызвало коренные изменения в доминирующем комплексе зоопланктона. Массовый в 50-90-х годах вид ветвистоусых рачков – *Eubosmina longispina* в Шекснинском плесе сменился другим видом *Eubosmina crassicornis*, имеющим иные требования к факторам среды.

Влияние сточных вод г. Череповца на биоту акватории Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища изучалось наиболее подробно в 1985-1990 гг., особенно детально в 1987-1988 гг., после аварии на очистных сооружениях города (Ривьер, 1990, 2005; Ривьер, Литвинов, 1996). Было показано, что на акватории в черте города от устья р. Ягорбы до устья р. Суды располагается токсическая зона, где гидробиологические процессы и показатели биоты (фотосинтез, состав и количество зоопланктона) снижены. Наоборот, количество бактерий-сапрофитов, простейших-сапробионтов, специфических зоопланктеров, характерных для очистных сооружений, в загрязненной городом зоне резко возрастало. Зоопланктон, обычный в чистых водах вышележащего Шекснинского водохранилища, поступающий в р. Шексну в черте города, быстро трансформировался, частично отмирал, частично заменялся видами-сапробионтами.

В настоящее время производство металла возросло, свалки металлолома по берегам рек увеличились многократно. Ухудшение качества вод в прилегающих к городу акваториях регистрируется не только вблизи точек выхода сточных вод, но и вблизи водозаборных сооружений. В связи с ухудшением качества воды в р. Шексне при-

меняется новая технология ее очистки в водозаборных сооружениях города (Семичев, Ставраонский, 2006).

Экологическая ниша (сочетание благоприятных факторов среды) каждого организма изучена далеко не в полной степени. Сочетание факторов водной среды, метеоусловий и различного рода техногенных нарушений создает благоприятные условия для массовых вспышек тех или иных зоопланктеров. Изученные реакции данного организма на факторы среды: температуру, мутность, проточность, химизм, состав пищевых объектов и т.д. помогают оценить качество воды, где регистрируется вспышка развития определенного вида. Это один из подходов определения качества водной среды с точки зрения сохранения в ней характерного для данного водного объекта биоразнообразия.

Целью работы было выявление реакций основного природного биофильтра-зоопланктона на интенсивное техногенное загрязнение, как в прилегающей к г. Череповцу акватории, Шекснинском и Главном плесах.

Материал собирался в июне 2007 г. по всему Рыбинскому водохранилищу в период первого максимума развития зоопланктона. На каждой станции отбирались качественные и количественные пробы. Качественные брались большой сетью Джеди с входным отверстием 35 см и фильтрующим газом № 76. Столб воды от дна до поверхности облавливался 3-4 раза для получения массового материала, необходимого при достоверной оценке видовой, размерной, половой структуры популяций, представленности отдельных видов. Количественные пробы объемом 50 л брались в струе воды при скорости судна 3,5 км/час на пути длиной 100-400 м (в среднем около 150 м) для получения интегральной пробы в верхнем 6 метровом слое воды на пути 150 м. Обработка количественных проб велась по общепринятой методике.

Сравнительным материалом послужили сборы зоопланктона в июле 1989 г. (табл. 2) и июне 2001 г. (табл. 3) на тех же станциях, что и в июне 2007 г.

*Результаты и обсуждение.* Летом (6-8 июня) 2007 г. в Рыбинском водохранилище прогрев был относительно низким для начала лета: в Волжском плесе – 17<sup>0</sup>, в Главном плесе – 16<sup>0</sup>.

Для Рыбинского водохранилища массовыми видами, образующими весенне-летний максимум являются представители р. *Bosmina*. Это среднего размера (0.3-1.0 мм) планктонные ветвистоусые, отличающиеся морфологически и имеющие различные требования к среде. *Bosmina longirostris* имеет маленькое овальное тело; это – при-

брежный, эвритопный и эвритермный вид, лишенный цикломорфоза (изменений формы тела в течение сезона). Представители другого подрода: *Eubosmina longispina* и *E. coregoni* – типичные пелагиобионты северного происхождения, характеризуются цикломорфозом, дают весенне-летний, иногда осенний пик численности. Все эти три вида – обычные ветвистоусые Рыбинского водохранилища, хотя и отличаются некоторой региональной приуроченностью: *B. longirostris* – более характерна для Волжской водной массы, *E. longispina* – для водной массы Главного и Шекснинского плесов. *E. coregoni* – более многочисленна в Шекснинском плесе, но обычна в Главном и Моложском. *E. crassicornis* – рачок почти круглой формы, редкий вид, встречавшийся до последних 5-7 лет в Волжском, Моложском и Шекснинском плесах в виде единичных экземпляров. Если численность первых трех видов достигает сотни тыс.экз./м<sup>3</sup>, то количество *E. crassicornis* до 2007 г. составляло не более 1-10 тыс.экз./м<sup>3</sup>. Этот вид обладает значительно меньшей плавучестью, что доказано нами экспериментально.

В период исследований (6-8 июня) максимум коловраток, обычный для весны и начала лета уже миновал в связи с жаркой погодой второй половины мая, что ускорило и укоротило срок вегетации коловраточного зоопланктона. Соотношение босмин (в % от общей численности зоопланктеров) в Волжском плесе (ст. Коприно) было обычным для начала лета; по представленности (%) и численности (тыс.экз./м<sup>3</sup>) в сообществе доминировала *B. longirostris* (табл. 1).

На ст. Молога (южная граница Главного плеса) зоопланктон уже несколько иной. Здесь среди босмин доминировала *E. longispina*.

В Главном плесе (ст. Наволок, Всехсвятское, Средний Двор) доминировал обычный для чистых вод вид *E. longispina* (табл. 1).

Выше, по Шекснинскому плесу (ст. Мякса) (табл. 1) численность *E. longispina* значительно снизилась (8 тыс.экз./м<sup>3</sup>), в заметном количестве появилась *E. crassicornis* – 3.5 тыс.экз./м<sup>3</sup>.

Иная картина в период исследований наблюдалась в верховьях Шекснинского плеса (ст. Любец). Здесь зарегистрирована небывалая вспышка развития *E. crassicornis*. Район ст. Любец (протяженность зоны около 11 км) представляет собой зону седиментации с одной стороны (как гидрологическое явление) и «эвтрофную» зону, где снижается воздействие токсических веществ и проявляется эвтрофирующее действие сточных вод г. Череповец (Ривьер, Литвинов, 1996; Ривьер, 2005).

Таблица 1

Представленность (в %) и численность (тыс. экз./м<sup>3</sup>, б) босмин  
в Рыбинском водохранилище в июне 2007 г.

Плеса, станции	Виды			
	<i>Eubosmina crassicornis</i>	<i>Eubosmina longispina</i>	<i>Eubosmina coregoni</i>	<i>Bosmina longirostris</i>
Волжский:				
Коприно	<u>0.6*</u> 0.04	<u>2.25</u> 4.5	<u>2.0</u> 2.5	<u>68.4</u> 16.0
Молога	<u>1.2</u> 0.5	<u>37.6</u> 45.5	<u>3.5</u> 1.5	<u>20.2</u> 11.0
Главный:				
Наволоки	<u>0.6</u> 0.3	<u>19.0</u> 10.0	<u>0.6</u> 0.3	<u>0.6</u> 0.3
Всехсвятское	<u>0.3</u> 0.01	<u>10.1</u> 23.0	<u>0</u> 0	<u>0.9</u> 0.5
Средний Двор	<u>2.0</u> 2.0	<u>21.0</u> 27.0	<u>0</u> 0	<u>2.0</u> 0.01
Шекснинский:				
Мякса	<u>12.0</u> 3.5	<u>28.1</u> 8.0	<u>0</u> 0	<u>1.9</u> 0.5
Любец	<u>70.0</u> 41.0	<u>7.2</u> 1.0	<u>1.8</u> 0.02	<u>0</u> 0
Устье р. Кошты	<u>37.3</u> 14.0	<u>1.8</u> 2.2	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
Ваганиха	<u>17.5</u> 21.0	<u>3.0</u> 3.5	<u>0.1</u> 0.04	<u>0</u> 0
Выше р. Ягорбы	<u>1.7</u> 0.35	<u>1.25</u> 0.02	<u>1.25</u> 0.02	<u>0</u> 0
Кабачино	<u>2.0</u> 4.0	<u>0.7</u> 1.0	<u>0.6</u> 1.0	<u>0</u> 0

\* - над чертой – представленность, %;  
под чертой – численность, тыс. экз./м<sup>3</sup>

В июне 2007 г. общая численность *E. crassicornis* на ст. Любец составляла 41 тыс.экз./м<sup>3</sup>, причем популяция была очень молодой: 27 тыс.экз./м<sup>3</sup> – представляли собой молодь ( $l=0.3-0.42$  мм), взрослых половозрелых особей было в 2 раза меньше (14 тыс.экз./м<sup>3</sup>); их размеры от 0.5 до 0.65 мм; плодовитость невелика, всего 2-3 яйца, но достигала 6 яиц у единичных экземпляров. Численность (тыс.экз./м<sup>3</sup>) остальных видов босмин была очень низкой.

В районе устья р. Кошты, куда кроме промстоков, поступают с тальми и дождевыми водами различные загрязнения от сваленных на берегах реки огромных масс металлолома, босмин было два вида. *E. crassicornis* по численности (тыс.экз./м<sup>3</sup>) было в три раза меньше, чем на ст. Любец как и остальных ракообразных (табл. 1).

Возникает вопрос: развилась ли *E. crassicornis* в Шекснинском плесе, поступая в него с водами расположенного выше Шекснинского водохранилища или сама акватория ниже г. Череповца приобрела наиболее благоприятные условия для развития этого вида, который отмечался здесь уже в 2001 г. (табл. 2). С этой целью был обследован район р. Шексны ниже плотины Шекснинской ГЭС и выше г. Череповца (ст. Кобачино). Зоопланктон здесь оказался совершенно обычным для приплотинного плеса, отличным от сообщества в районе г. Череповца и ниже в Шекснинском плесе Рыбинского водохранилища. Встречаемость (%) босмин в сообществе в районе Кобачино была иной (табл. 1).

В 2001 г. (табл. 2) на ст. Кобачино и выше плотины Шекснинской ГЭС *E. crassicornis* не была обнаружена. Присутствие этого вида в 2007 г. в этой акватории связано с большой плотностью вида ниже города и занесению его выше колебаниями течения в р. Шексне при работе ГЭС.

Таким образом, акваторией развития *E. crassicornis* является участок от г. Череповца и ниже по Шекснинскому плесу. В Волжском и Главном плесах этот вид редок. Он не поступает в нижний бьеф Шекснинского плеса из вышележащего Шекснинского водохранилища. Очаг его массового размножения находится в Рыбинском водохранилище, верхнем участке Шекснинского плеса, акватории, принимающей сточные воды большого промышленного города.

**Заключение.** Планктонные ракообразные – ветвистоусые, к которым относится *E. crassicornis*, как известно, большую часть года (октябрь-май) проводят в виде покоящихся на дне стадий – зимних яиц, защищенных от внешней среды несколькими плотными хитиновыми оболочками. Благодаря этим оболочкам покоящиеся яйца противостоят обсыханию, промерзанию и сохраняют жизнеспособность в течение длительного срока. Накопление зимних яиц («семян») в наи-

лке должно достичь какого-то определенного минимума, что бы популяция могла в короткий срок образовать максимальную плотность уже благодаря партеногенетическому размножению. Надо полагать, что увеличившаяся численность *E. crassicornis* в верховьях Шекснинского плеса, регистрировавшаяся в июне 2001 г. создала возможность накопления достаточного количества «семян» – покоящихся стадий для возникновения вспышки численности при оптимальных факторах среды для этого ранее редкого в Рыбинском водохранилище вида.

Таблица 2

Численность (тыс.экз./м<sup>3</sup>) отдельных видов босмин в Рыбинском водохранилище 21-28 июня 2001 г.

Плеса, станции	Виды			
	<i>E.crassicornis</i>	<i>E.longispina</i>	<i>E.coregoni</i>	<i>B.longirostris</i>
Волжский:				
Глебово	2.1	7.8	7.5	3.4
Коприно	1.1	0.7	1.8	2.4
Главный:				
Горькая соль	3.3	57.0	4.8	30.2
Всехсвятское	2.1	11.8	0	3.2
Бабы горы	6.8	43.0	3.4	8.6
Центральный мыс	4.0	21.5	1.0	5.2
Приплотинный:				
Волково	0.5	5.0	0	12.5
ГЭС	0.7	28.0	1.5	48.2
Моложский:				
Брейтово	6.7	44.7	1.7	50.0
Первомайские о-ва	0.8	10.0	0	8.3
Противье	0.1	3.5	2.5	2.8
Шекснинский:				
Мякса	7.5	31.1	1.1	0.7
Любец	15.5	37.7	28.3	10.0
Торово	0.08	8.5	1.0	1.5
Кобачино (выше г. Череповца)	0	5.5	2.0	0
Выше плотины Шекснинской ГЭС	0	9.7	0.75	0

Возникают еще вопросы, требующие анализа: какие факторы среды и условия питания благоприятны для этого не характерного для Рыбинского водохранилища и ранее редкого (на протяжении всей истории изучения водоема), вида.

Исследования на тех же станциях в конце прошлого века и начале нынешнего показывают, что *E. crassicornis* не была встречена вообще или появлялась в Волжском плесе в очень незначительных количествах. Обследование водохранилища в июле 1989 г. (на 108 станциях) показало, что в Шекснинском плесе *E. crassicornis* не была обнаружена (табл. 3).

В Главном плесе этот вид был встречен над руслом р. Шексны (ст. Городок) в количестве 0.03 тыс.экз./м<sup>3</sup> совместно с *E. longispina* 8.1 тыс.экз./м<sup>3</sup> и *E. coregoni* – 0.3 тыс.экз./м<sup>3</sup>. В Моложском плесе (материалы не внесены в таблицу) на 9 станциях *E. crassicornis* не была обнаружена ни в одной из проб. Однако обследование водохранилища в конце июня 2001 г. выявило уже несколько иное соотношение видов (табл. 2).

Таким образом, появление *Eubosmina crassicornis* нельзя считать внезапным. Уже в июне 2001 г. вид регистрировался в заметном количестве по всему водохранилищу, достигая в Волжском плесе 2.1 тыс.экз./м<sup>3</sup>, в Главном – 4.0 тыс.экз./м<sup>3</sup>, в Моложском – 6.7 тыс.экз./м<sup>3</sup>, но наибольшую плотность образовывал уже в акватории ст. Любец, где занимал второе место по численности среди босмин (15.0 тыс.экз./м<sup>3</sup>) (табл. 2). *E. crassicornis* все же и 6 лет назад была наиболее многочисленна в акватории ниже г. Череповца и развивалась именно в эвтрофной зоне. Она не поступала с водами из Шекснинского водохранилища, так как ни выше плотины ГЭС, ни ниже (ст. Кобачино) этот вид не был обнаружен (табл. 2).

Само увеличение численности этого вида до стадии доминирования и замена им обычных видов могло произойти лишь при радикально изменившихся условиях среды – экологии вида, заключающихся в увеличении плотности воды (минерализации, электропроводности), оптимальных условиях питания и невысоком прогреве. Известно, что в районе промышленного узла г. Череповца минерализация повышена в среднем в 4 раза (в Главном плесе в начале лета она около 200 мг/л). Повышение минерализации воды в этом районе явление устойчивое, прослеживающееся постоянно. Видимо, уже и грунты накопили большие количества химических соединений, которые весной даже при воздействии талых маломинерализованных вод, поступают из грунтов в толщу.

Таблица 3

Численность (тыс. экз./м<sup>3</sup>) босмин в  
Рыбинском водохранилище в июле 1989 г.

Плеса, станции	<i>Eubosmina crassicornis</i>	<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Eubosmina longispina</i>	<i>Eubosmina coregoni</i>
Волжский:				
Коприно	0.8	0	0.8	0.4
Шуморовские о-ва	1.2	0	2.5	15.0
Главный:				
Молога	0.04	0	2.1	0.36
Гаютино	0	0.2	1.2	0.1
Городок	0.03	0	8.1	0.3
Шекснинский:				
Любец	0	0	4.2	32.5
Ваганиха	0	0.02	0.04	6.0
Ягорба	0	7.5	0	0.1
Торово	0	13.8	0.03	5.0
Устье р. Кошты	0	0.1	0	0
Кобачино	0	0	0	0.6

Распространение по всему плесу *E. crassicornis*, большие плотности рачка, его доминирование, несомненное свидетельство коренного изменения качества водной среды, ее экологической характеристики, которая оказалась оптимальной именно для *Eubosmina crassicornis*.

#### Литература

Семичев В.А., Ставронский И.С. Повышение эффективности очистки воды р. Шексны за счет использования порошкообразных сорбентов // Вода и экология. Санкт-Пет., 2006, № 1.

Ривьер И.К. Влияние стоков г. Череповца на зоопланктон Шекснинского плеса // Влияние стоков Череповецкого узла на экологическое состояние Рыбинского водохранилища. Рыбинск, 1990, с.42-59.

Ривьер И.К. Крупные техногенно-нарушенные акватории на Верхней Волге: состояние зоопланктона, качество воды // Актуальные проблемы рационального использования биологических ресурсов водохранилищ. Рыбинск, 2005, с.239-255.

Ривьер И.К., Литвинов А.С. Экологический подход к районированию водохранилищ Верхней Волги в зонах поступления сточных вод // Водные ресурсы, 1996, т.23, №1, с.91-105.

## **БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДОЕМОВ: МЕТОДОЛОГИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

*Золотарев В.А.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

Согласно докладу Global Environment Outlook, GEO-3, подготовленного программой ООН по окружающей среде, в настоящее время более 1 млрд. человек не имеют доступа к безопасным источникам питьевой воды, а к 2032 году более половины, а по некоторым данным и 2/3 населения планеты будет испытывать серьезный недостаток воды. Во всем мире растет стоимость воды, за 5 лет муниципальные цены выросли в США на 27%, в Англии – на 32%, в Австралии – на 45%, в ЮАР – на 50%, в Канаде – на 58% (Earth Policy News, 2007/Upd. 64).

В докладе кембриджского World Conservation Monitoring Centre отмечено: «Ситуация ухудшается быстрее, чем ожидалось». За последние 30 лет количество экосистем с питьевой водой уменьшилось на 55%. Понятия «водные войны» и «войны за ресурсы» прочно вошли в международный лексикон.

На рубеже второго и третьего тысячелетий новой эры человечество смогло, наконец, «победить природу», перейдя «запретную черту», за пределами которой восстановление нарушенных человеком экосистем становится невозможным, или слишком дорогим мероприятием. Недаром многие зарубежные политики с вожделием взирают на Российские просторы и еще не тронутые цивилизацией природные ресурсы. Нарастающее противоречие между техносферой и биосферой должно быть преобразовано в сотрудничество. Человечество более склонно заниматься экономическими проблемами, и на природные ресурсы также смотрит через призму экономики. К сожалению, взгляды В.И. Вернадского и его последователей до настоящего времени остаются практически невостребованными. Человечество является лишь частью более сложной живой системы, законы функционирования которой, увы, нам еще не подвластны.

Методология мониторинга водоемов должна быть пересмотрена на принципах профилактической охраны, в связи с чем важное значение приобретают представления об экологических критериях качества воды (Лукияненко, 1996, 1998). Такое «ослабление» в пользу природы действительно необходимо, и для этого есть серьезные основания. Например, длительная программа мониторинга Великих Озер и колос-

сальные финансовые вложения привели только к временному улучшению ситуации, неблагоприятные тенденции так и не удалось остановить. Таким образом, только забота о здоровье экосистем может обезопасить дальнейшее существование человечества на планете.

«Здоровье экосистем» понятие чрезвычайно сложное. Если в науке о здоровье одного биологического вида *Homo sapiens* столько пробелов, что и говорить о тысячах и тысячах видов, взаимодействующих в экосистемах. Но на то и существует системный подход, о необходимости которого говорят многие экологи (Баканов, 2000, Хайлов, 1970, 1998, и др.).

В последние годы появляются интересные методические обзоры (Шитиков с соавт., 2005, Левич с соавт., 2004, Матишов с соавт., 2003). К сожалению, «системный подход» обычно сводится «всего к двум показателям: численности и биомассе...» (Шитиков с соавт., 2005, с.125, Мем №18). Это кропотливый рутинный труд. В нашей капиталистической реальности вряд ли будут финансироваться новые специалисты. Видимо, этими же причинами можно объяснить отход от традиционной гидробиологии на Западе, где все большее применение находят автоматизированные методы мониторинга и биотестирования (Hoffman et al., 2003, Wells, et al., 1998).

Одно из основных фундаментальных свойств живой материи – это фрактальность (самоподобие). Невозможно производить мониторинг миллионов биологических видов, поддерживающих жизнь на планете, экологический реализм заключается в работе с менее сложными системами, в которых основные черты биосферы копируются в меньшем масштабе. Согласно М.М. Камшилову (1979), каждая экосистема представляет своего рода модель биосферы уменьшенного размера, обладая соответствующей целостностью и отражая биотический круговорот Земли. Элементарные (минимальные) биологические сообщества, включающие организмы основных трофических звеньев исследуемого биотопа, мы называем модельными сообществами.

Одни и те же элементы биотического круговорота: автотрофные и гетеротрофные организмы – продуценты, консументы и редуценты характерны для всех природных экосистем. Естественно начинать с простых систем (Аллен, Нельсон, 1991). Сообщества микробиальной трофической сети (микробиальной «петли»), трансформируя до 90% первичной продукции, являются неотъемлемой ступенью в потоке энергии водных экосистем. Необходимо учитывать роль детрита и растворенного органического вещества, так как заключенная в них энергия ассимилируется гетеротрофными микроорганизмами (Бульон, 2002). Стоимость разработки и применения микробиотестов

существенно ниже аналогичных методов с использованием позвоночных и многоклеточных животных (Wells, et al., 1998).

Изменение биоразнообразия сообществ микроорганизмов может служить ранним сигналом о любых неблагоприятных воздействиях на водоем. Незначительные, «мягкие» перемены в биоценозе начинаются с микромира. Благодаря быстрой смене поколений микроорганизмов, изменения в структуре биоценоза лавинообразно нарастают и приобретают все более необратимый характер (принцип триггера).

Преимущества разрабатываемых методов обсуждаются на сайте <http://biomonitoring.narod.ru> Наиболее серьезная проблема для методов биоиндикации – это региональность, ограниченные ареалы распространения многоклеточных организмов. Использование сообществ микроорганизмов, составляющих существенную часть модельных сообществ (МС), позволяет решить эту проблему. Основополагающий принцип учения об экологической нише – принцип конкурентного исключения – был выявлен в экспериментах с простейшими Г.Ф. Гаузе. Структура сообществ определяется в первую очередь биотическими факторами, такими как конкуренция и хищничество. Абиотические факторы, в том числе и токсичность среды, влияют на развитие организмов большей частью опосредованно, изменяя в разной степени способность разных видов к конкурентной борьбе за существование (Pratt, Wowers, 1992). В ближайшей перспективе в практику мониторинга будут включены новые технологии, включающие биосенсоры на основе МС. Наш проект Автоматизированной информационной сети биомониторинга водоемов был включен в «Приоритеты национальной экологической политики России (Портфель проектов, 1999)».

Подобные методы работы с упрощенными модельными сообществами разрабатывались в СССР еще в 20-30-е годы (Дуплаков, Карзинкин, Гаузе), в конце 20 века – в США (Cairns, 1986, 2002), в Китае включены в государственную систему мониторинга водных ресурсов (Shen et al., 1994), в настоящее время используются в Японии и Корее.

Герберт Уэллс еще в 1921 году писал: «История все более и более становится соревнованием между образованием и катастрофой». Необходимо готовить школьников и студентов к работе со сложными системами, у нас есть возможности для этого. Цифровая техника становится все более дешевой и доступной. Живой материал легко можно «зафиксировать» с помощью цифровых микроскопов и отправить в центральную базу данных. Дело в расстановке приоритетов. А прежде всего – нравственный императив, чувство ответственности перед грядущими поколениями.

## Литература

- Аллен Д., Нельсон М.* Космические биосферы. М.: Прогресс, 1991. 128 с.
- Баканов А.И.* О некоторых методологических вопросах применения системного подхода для изучения структур водных экосистем // Биология внутренних вод, 2000, №2, с.5-18.
- Бульон В.В.* Структура и функция микробиальной «петли» в планктоне озерных экосистем // Биология внутренних вод, 2002, №2, с.5-14.
- Дуплаков С.Н.* Материалы к изучению перифитона // Труды Лимнологической станции в Косине, 1933, т.16. 136 с.
- Камишилов М.М.* Эволюция биосферы. М.: Наука, 1979. 256 с.
- Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н.* Теоретические и методические основы технологии регионального контроля природной среды по данным экологического мониторинга. М.: НИА-Природа, 2004. 271 с.
- Лукьяненко В.И.* Экологические ПДК и комплексный экологический мониторинг качества вод // Волжский бассейн: экологическая ситуация и пути рационального природопользования. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1996, с.218-219.
- Лукьяненко В.И.* Экологические основы регламентирования антропогенного загрязнения водоемов России // Экологические аспекты регламентирования антропогенного загрязнения водоемов России (региональные ПДК). Ярославль: ВВО РЭА, 1998, с.37-62.
- Матишов Г.Г., Кренева С.В., Муравейко В.М., Шпарковский И.А., Ильин Г.В.* Биотестирование и прогноз изменчивости водных экосистем при антропогенном загрязнении. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. 468 с.
- Хайлов К.М.* Системный подход в экологии // Системные исследования. М.: Наука, 1970, с.118-122.
- Хайлов К.М.* «Жизнь» и «жизнь на Земле»: две научные парадигмы // Журнал общей биологии, 1998, т.59, №2, с.137-151.
- Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д.* Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. М.: Наука, 2005. Кн. 1. 281 с. Кн. 2. 337 с.
- Cairns J. Jr.* The myth of the most sensitive species. *BioScience*, 1986, 36(10), p.670-672.
- Cairns J. Jr.* Ecotoxicology and sustainable use of the planet. *Toxicology and Industrial Health*, 2002, 18(4), p.161-170.
- Wells, P.G., Lee, K., and Blaise, C., Eds.* *Microscale Testing In Aquatic Toxicology: Advances, Techniques, and Practice.* CRC Press, Boca Raton, FL., 1998.
- Zolotarev V.A.* A simple integrated index for water quality assessment using protozoan communities // University of Joensuu Publications of Karelian Institute, 1995, № 112, p. 271-275.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ  
СОЗДАНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
ГЕОСРЕДЫ ВЕРХНЕВОЛЖСКОГО РЕГИОНА**

*Преснухин В.И.*

*Ярославский государственный педагогический университет  
им. К.Д. Ушинского (ЯГПУ)*

На территории Ярославской области и всего Верхневолжского региона находится большое количество объектов, которые могут стать причиной возникновения чрезвычайных ситуаций, причиной техногенных катастроф. Это крупные источники загрязнения окружающей среды. В их числе химические производства: Ярославский нефтеперерабатывающий завод, ОАО «Ярославский техуглерод», хранилища жидких нефтепродуктов, хлора, газа, Ярославский судостроительный завод, Ярославский моторный завод, завод «Рыбинские моторы» и многие другие промпредприятия городов Верхней Волги. Большую экологическую опасность представляют гидротехнические сооружения: плотины Ивановская, Угличская, Рыбинская, Горьковская и образованные ими громадные водохранилища. К примеру, в г.Рыбинск существует серьезная угроза разрушения промышленных предприятий, жилых зданий, памятников архитектуры от подтопления.

Строительство водохранилищ на Волге, в том числе и на территории Верхней Волги, необратимо изменило в худшую сторону геоэкологические условия в этих регионах и, как справедливо отмечает В.И. Лукьяненко (2004), «не только изменило внешний облик Волги и её гидрологический режим, но и трансформировало реку из природной в природно-техногенную систему». Он делает совершенно реалистический вывод: «Строительство равнинных водохранилищ нанесло неприемлемый по масштабам нравственный, экономический и экологический ущерб стране и обществу». Здесь можно говорить о глобальной экологической катастрофе с далеко идущими последствиями. И решать эту проблему – одна из важнейших задач государства.

Чтобы избежать развития на этих объектах нежелательных и вредных для природы и общества процессов и возможных катастроф необходимо создавать систему стационарных наблюдений за состоянием природной среды и сооружений на весь период их строительства и эксплуатации.

Берегоукрепительные работы на реках и водохранилищах, их проектирование, вызывают серьезные замечания. Это относится к

берегоукреплению набережной в Угличе, берегов Волги у п. Устье, берегов Которосли в городской черте и др. В проектных решениях по реконструкции волжской набережной в г. Ярославле слабо проработаны важнейшие вопросы экологической безопасности проектируемой системы канализационных стоков. Для всех этих и других подобного рода объектов в рабочих проектах недостаточно полно приводятся данные о гидрологических условиях изучаемой территории, о режиме грунтовых вод в прибрежной полосе в годовом и многолетнем циклах. Зачастую отсутствуют сведения о таких геологических процессах как суффозия, солифлюкция, эрозионный разрыв, оползневый процесс, о тиксотропных свойствах грунтов и пльвунах, о промерзании и морозном изучении грунтов.

За редким исключением не приводятся расчеты и не дается прогнозная оценка устойчивости откосов в условиях завершающегося строительства берегоукреплений. Как правило, не предусматривается система отвода и очистки поверхностных и дождевых сточных вод, бытовых стоков в прибрежной полосе у населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Не рассматривается возможность возникновения негативных экологических ситуаций при воздействии на берегоукрепительные сооружения максимально возможных нагрузок при быстрой и значительной по объему сработке водохранилищ и активизации экзогенных геологических процессов. Для экологически безопасной и долговременной работы берегоукрепительных сооружений необходимо в обязательном порядке предусматривать разработку программы организации и производства работ системы наблюдений (мониторинга) и контроля за состоянием всех элементов берегоукреплений, за деформацией откосов, береговой полосы и прилегающей к ней территории, за развитием экзогенных геологических процессов, за изменением гидрогеологических и инженерно-геологических условий, за экологическим состоянием геосреды.

Источниками загрязнения геосреды являются действующие и брошенные карьеры по добыче стройматериалов: песка, гравия, суглинков, супесчано-суглинистых смесей и др. Это карьеры песчано-гравийных смесей у пос. Петровское и пос. Сильницы, песчаные карьеры Воробинского и Липовецкого месторождений, карьеры суглинков у п. Норское в микрорайоне Брагино г. Ярославля и многие другие. Без создания системы мониторинга геосреды невозможно оценивать степень загрязнения и строить прогнозные оценки влияния всех этих объектов на экологическое состояние окружающей среды, то есть решать необходимо целый комплекс задач.

Санитарная очистка города Ярославля далека от совершенства. Полигоны захоронения отходов: городская свалка, полигоны шинного и моторного заводов – объединяются в один. Место для него выбрано на заболоченном участке. Очистных сооружений нет. Об экологии территории идут только разговоры. А о создании системы мониторинга геосреды на полигонах отходов нет никаких сведений.

Необычайно велика экологическая опасность от прудов-накопителей жидкого гудрона в Тутаевском МР. Здесь существует реальная угроза загрязнения вод реки Волги. Принятые меры по защите волжских берегов от загрязнения пока не эффективны.

Что касается строительства нефтепродуктопроводов, проходящих через территорию области и соседних с ней областей, то здесь можно отметить высокий профессионализм в выполнении проектов и производстве работ. Во всех случаях создается система мониторинга, производственного экологического контроля и санитарно-гигиенического контроля. Создается режимная наблюдательная сеть экологического мониторинга, которая должна работать на всех этапах строительства и эксплуатации нефтепродуктопроводов. В состав работ включаются: мониторинг опасных геологических процессов, мониторинг подземных и поверхностных вод, мониторинг загрязнения и деградации почв и земель, мониторинг биоты экосистемы и их компонентов, природных процессов и явлений в зоне влияния строительства.

Для контроля за изменением геосреды и геоэкологической обстановки в целом на участках строительства и эксплуатации различных объектов, при эксплуатации скважин хозяйственно-питьевого назначения, при рекультивационных работах и др. предлагается разрабатывать программы экологического мониторинга геосреды, позволяющие своевременно принимать меры по обеспечению экологической безопасности осваиваемых или рекультивируемых территорий и прилегающих к ним земель. Необходимо выполнять регулярные наблюдения за миграцией загрязнителей в грунтах, в поверхностных и грунтовых водах в период строительства, эксплуатации объектов и в последующие годы. В результате можно проводить сравнительный анализ эффективности выполненных мероприятий по обеспечению защиты территории от загрязнения и результатов контроля за изменением геосреды.

Работы по изучению экологического состояния геосреды следует предусматривать и проводить ещё до строительства объектов, до освоения земель. Необходимо иметь полную картину существующей экосистемы осваиваемой территории и её особенностей, чтобы избе-

жать ошибок и просчетов в проектных решениях, чтобы целенаправленно проводить в жизнь мероприятия по сохранению и улучшению существующих геоэкологических ситуаций, геоэкологической обстановки в целом.

В программу экологического мониторинга геосреды необходимо включать вопросы формирования и развития нежелательных экзогенных геологических процессов, таких как подтопление, заболачивание, водная эрозия и др. В случае необходимости разрабатывать мероприятия по своевременному предотвращению и ликвидации.

В целом проблему загрязнения геосреды следует рассматривать гораздо шире. В программы экологического мониторинга нужно включать оценочные работы по изучению возможности пространственного влияния строящихся объектов на окружающую среду в будущем.

В.М. Котляков (1997) предлагает проводить антропоэкологический мониторинг, где главным являются наблюдения за состоянием окружающей среды и её влиянием на здоровье человека. Затем геоэкологический и геосистемный мониторинг, когда проводятся наблюдения за изменением природных экосистем и преобразованием их в агроэкосистемы, среду промзон, городскую среду. И, наконец, биосферный мониторинг, в состав которого должны входить наблюдения, контроль и прогноз возможных изменений геосреды в глобальном масштабе под влиянием развития общества. Одним из основных результатов таких исследований может стать картографическая модель зонирования территории по степени экологической напряженности (Кочуров, 1997).

В области многое делается для улучшения экологической обстановки, для обеспечения экологически безопасного экономического развития области и охраны окружающей среды, для проживания населения. С.П. Лихобабин и А.С. Дунаев (2004) отмечают необходимость планирования природоохранной деятельности в Ярославской области. Особый интерес в этом отношении представляет территориальная целевая программа «Экология и природные ресурсы Ярославской области (2005–2006 гг. и на период 2010)».

Хочется надеяться, что все экологические программы и научные исследования в этом направлении дадут возможность в конечном счете создать реально действующие экологический аудит и экологический менеджмент для территории городов, области и всего Верхневолжского региона.

## Литература

*Котляков В.М.* Наука. Общество. Окружающая среда. М.: Наука, 1997. 409 с.

*Кочуров В.М.* География экологических ситуации (экодиагностика территорий). М., 1997. 132 с.

*Лихобабин С.П., Дунаев А.С.* Планирование природоохранной деятельности в Ярославской области // Состояние и перспективы освоения недр, охрана окружающей среды Ярославской области и Верхне-Волжского региона (матер. науч.-практич. конференции). Ярославль: Издание ГОУДПО ЯРИПК, 2004, с.117–124.

*Лукьяненко В.И.* Волго-Камский каскад равнинных водохранилищ: беда или благо? // Состояние и перспективы освоения недр, охрана окружающей среды Ярославской области и Верхне-Волжского региона (матер. науч.-практич. конференции). Ярославль: Издание ГОУДПО ЯРИПК, 2004, с.136–140.

*Преснухин В.И.* Экологические проблемы и основные направления инженерно-геологической оценки территории города Ярославля // Вестник Ярославского регионального отделения РАЕН, 2007, т.1, №1, с.41–45.

*Преснухин В.И., Рохмистров В.Л., Невзоров В.А.* Экологический мониторинг геосреды Южной пригородной зоны Ярославля // под ред. В.И. Преснухина. Ярославль: Издание ЯГПУ им. К.Д. Ушинского, 2001. 203 с.

## ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Лукьяненко В.И.*

*Верхневолжское отделение Российской экологической академии*

18 июля 2000 года в Администрации Ярославской области состоялось совещание («Круглый стол»), на котором была всесторонне рассмотрена проблема: «Экологизация экономики города Ярославля и Ярославской области, как стимул развития региона в XXI веке». В работе Круглого стола приняли участие действительные члены и члены-корреспонденты Российской Экологической Академии и Российской Академии Естественных Наук, члены Верхневолжского отделения и Верхневолжского научного центра указанных общественных академий, сотрудники Администрации Ярославской области и Мэрии города Ярославля, руководители и сотрудники Ярославского Государственного университета им. П.Г. Демидова, Ярославского Государственного технического университета, Ярославской Государственной медицинской академии, директора крупнейших промышленных предприятий области (ОАО «Славнефть Ярославнефтеоргсинтез», АО «Рыбинские моторы», ОАО «Автодизель», ОАО «Ярославский шинный завод», ОАО «Ярославский технический углерод», ОАО «Лакокраска», ГП «Северная железная дорога», ОАО «Ярославский лакокрасочный завод «Победа рабочих», ЗАО «Хром», ОАО «Холодмаш», ОАО «Ярэнерго», ОАО «Ярославский нефтеперерабатывающий завод им. Менделеева»).

Участники Круглого стола отметили, что при всех мерах, принимаемых Администрацией Ярославской области и Мэрией г. Ярославля, экологическая обстановка в области и городе остаётся сложной. Несмотря на резкое сокращение промышленного производства, продолжается интенсивное загрязнение воздуха стационарными и передвижными источниками, то есть промышленными предприятиями и автотранспортом. Суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферу области в 1999 году составил 268,5 тыс. тонн (против 279 тыс. тонн в 1996 году), из которых 118,3 тыс. тонн (44%) приходится на автотранспорт.

Среди 11 городов области наиболее высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха имеет место в Ярославле, особенностью которого являются высокая концентрация промышленных предприятий и специфическое расположение жилых и промышленных зон. Город кольцом окружают крупные предприятия нефтеперерабаты-

вающей, химической, лакокрасочной, машиностроительной промышленности. Абсолютное большинство предприятий Ярославля расположено без учёта «розы ветров», поэтому промышленные выбросы распространяются на жилые массивы города при любом направлении ветра, причём в направлении преобладающих ветров существенно возрастает среднесуточная, равно как и среднегодовая, концентрация загрязнений.

В 1999 году в атмосферу Ярославля поступила половина валовых выбросов вредных веществ - 134,3 тыс. тонн (против 142,7 тыс. тонн в 1996 году), из которых 51,6 тыс. тонн (38%) приходится на автотранспорт города. Согласно экспертным оценкам 70% территории города и 50% селитебных зон подвергаются повышенным техногенным воздействиям. Наиболее неблагоприятными в экологическом плане являются южные районы города, примыкающие к территории одного из крупнейших в России нефтеперерабатывающих заводов (ОАО «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез»), который в 1999 году выбросил в атмосферу города 43 тыс. тонн токсических веществ (52% суммарных выбросов всеми предприятиями города), в том числе диоксида серы – почти 13 тыс. тонн, оксидов азота – 1,24 тыс. тонн, оксида углерода – 875 тонн, углеводородов – 193 тонны, и летучих органических соединений – 27,6 тыс. тонн.

В результате многолетнего крупномасштабного выброса вредных веществ в атмосферу города в районах размещения промышленных предприятий и далеко от них происходит накопление этих веществ в почвенном покрове и растительности. Так например в почвах города Ярославля геохимический фон молибдена, меди, цинка, марганца увеличился в 2-3 раза, олова, мышьяка, таллия, лития – в 3-5 раз, никеля, хрома, кобальта, ванадия – более чем в 5 раз. В почвах всех районов города отмечено также значительное повышение содержания ртути и свинца по отношению к фоновым показателям. Наиболее неблагоприятное экологическое состояние наблюдается в так называемой промзоне, попадающей под влияние крупных промышленных объектов города и включающей территории Ленинского, Дзержинского и Кировского районов. Площадь хронического загрязнения снежного покрова вокруг города Ярославля по спутниковым ТВ-изображениям составляет 1970 км<sup>2</sup>, что в 125 раз превышает площадь города Ярославля (15.7 км<sup>2</sup>).

Ситуация, однако, многократно ухудшится, если будут реализованы планы РАО «ЕЭС» по изменению топливного баланса предприятий ОАО «Ярэнерго» путём снижения лимита на природный газ и увеличения использования каменного угля и мазута. Такой шаг мо-

жет привести к катастрофическим экологическим последствиям для всего населения города, поскольку переход с природного газа на высокосернистый мазут и уголь увеличит генерацию и выброс оксидов азота в 1.5 и в 2.5-3 раза (соответственно). Если при этом учесть неизбежное увеличение выбросов диоксида серы и пересчитать образующиеся загрязняющие вещества на условный эквивалент, оказывается, что объём вредных выбросов возрастёт при сжигании высокосернистого мазута в 4.9 раза, а при сжигании угля – в 7.5-8 раз. Кроме того, сжигание мазута и угля сопровождается образованием и выбросами золы, а это – загрязнение атмосферы, почвы и водоёмов ванадием, свинцом, никелем, ртутью, хромом, сурьмой, мышьяком, ураном и другими, как на территории города, так и на расстоянии 10-15 км от его границ.

Чтобы предотвратить неизбежное резкое увеличение загрязнения воздуха и почвы необходимо форсированное строительство газоочистных сооружений. Между тем, из-за отсутствия свободных площадей и возможности их отвода, строительство современных газоочистных сооружений, отвечающих экологическим и санитарно-гигиеническим требованиям, невозможно ни на одной из трёх городских ТЭЦ. На Тенинской котельной строительство газоочистных сооружений (с газоотводами большой протяжённости и новой дымовой трубой) возможно, но приведёт к дополнительному резкому росту стоимости тепловой энергии (ориентировочно на 30-40%).

Другой важнейшей экологической проблемой Ярославской области и города Ярославля является загрязнение реки Волги и её притоков, являющихся основными источниками питьевого водоснабжения городского и сельского населения. В 1999 году в водоемы области было сброшено 317,5 млн. м<sup>3</sup> (против 333,4 млн. м<sup>3</sup> в 1996 году), причем 317,1 млн. м<sup>3</sup> были загрязненными сточными водами, из которых 91,6 млн. м<sup>3</sup> (29%) сброшены вообще без очистки.

Вопреки ожиданиям, связанным со снижением объёма сброса загрязнённых сточных вод, положительной динамики в улучшении качества воды и санитарного состояния водоёмов, используемых для питьевого водоснабжения не выявлено. Более того, если в 1998 году в среднем по области 33% проб воды поверхностных источников по санитарно-химическим и 15% по микробиологическим показателям не отвечали санитарным требованиям, то в 1999 году качество воды в источниках водоснабжения не соответствовало санитарно-химическим показателям в 43% поверхностных и 51% подземных источниках, а по микробиологическим показателям – в 16 и 21% (соответственно).

Технология очистки воды на очистных сооружениях с поверхностными источниками не отвечает современным требованиям. Около 30% водопроводов области подают населению воду, небезопасную в эпидемиологическом отношении (города Рыбинск, Тутаев, Гаврилов-Ям, а также Ростовский, Некрасовский, Любимский, Мышкинский, Брейтовский и Ярославский муниципальные округа). Почти 35% населения, проживающего преимущественно в сельской местности и районных центрах, использует воду без какой-либо подготовки. Из-за отсутствия средств системы коммунального водоснабжения работают на пределе своих возможностей, в ряде населённых пунктов сооружения и сети выходят из строя. В 1999 году практически все системы водоснабжения области подавали населению воду, не соответствующую ни весьма скромным требованиям действовавшего в то время Государственного стандарта «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством (ГОСТ 2874-82)», ни вновь принятому стандарту.

Комплексная оценка современного экологического состояния Ярославской области и причин, его определяющих, позволила нам (Лукьяненко 1998) выделить 5 основных блоков экологических проблем региона. Первый из них – влияние измененного гидрологического режима зарегулированной Волги на водные и прибрежные экосистемы. Второй блок – антропогенное загрязнение воздуха, воды и почвы. Третий блок – влияние антропогенного загрязнения на биологические ресурсы, состояние природных популяций растений и животных, в том числе рыб. Четвертый блок – состояние особо охраняемых природных территорий, редких и исчезающих видов растений и животных. И пятый, по последовательности, но первый по значимости, блок экологических, а точнее медико-экологических проблем – влияние антропогенного загрязнения воздуха, воды, продуктов питания, и экстремальных физических факторов (шум, вибрации, электромагнитные излучения) на здоровье разновозрастных групп населения.

Еще в 1996 году по инициативе Верхневолжского отделения Российской экологической академии в Ярославле была проведена первая научно-практическая конференция по экологозависимым заболеваниям, участники которой представили многочисленные данные по влиянию антропогенного загрязнения окружающей среды, в первую очередь воздуха и воды на состояние здоровья различных возрастных групп жителей области (Бобров 1996; Скородумова, Вотякова, Дружинина, 1996; Черная и др. 1996). Время идет, но ситуация не меняется ни в области, ни в стране в целом.

По мнению многих исследователей крупномасштабное загрязнение окружающей среды является одной из основных причин резкого ухудшения здоровья населения, роста заболеваемости и смертности и, что самое опасное, развития депопуляционных процессов (Лукьяненко, 1996). Наиболее уязвимой группой населения оказались дети, старики и беременные женщины. Анализ многолетней динамики заболеваемости населения Ярославской области показывает, что она имеет чёткую тенденцию к росту и достигла максимального уровня в период с 1990 по 1999 годы. Высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, особенно в районах концентрации крупных промышленных предприятий, привел к резкому увеличению числа больных с хроническими заболеваниями легких, в том числе хроническим бронхитом и бронхиальной астмой. Так, в период с 1991 по 1995 годы число заболевших бронхитом возросло с 11,2 до 18,2 на 1000 человек (на 62,5%), а бронхиальной астмой за этот же период с 4 до 6 на 1000 человек (на 50%). Специалисты убеждены, что одной из ведущих причин заболеваемости бронхолегочного аппарата является неблагоприятная экологическая ситуация.

Другим следствием загрязнения окружающей среды является высокий уровень онкологических заболеваний. По раку легкого, например, Ярославская область занимает десятое место, по раку желудка – одиннадцатое и по раку кожи – двенадцатое место. Чаше других встречаются злокачественные новообразования бронхолегочного аппарата (15,2%) и желудка (16%). Роль факторов окружающей среды, в частности загрязнения воздуха и воды полициклическими ароматическими углеводородами, наиболее известным представителем которых является бенз(а)пирен, в этиологии рака легкого общепризнанна.

Всё это ставит перед необходимостью принятия радикальных мер, направленных на снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду и нормализацию условий проживания населения Ярославля и области.

Конструктивно изменить ситуацию к лучшему можно лишь путем экологизации экономики Ярославской области (Лукьяненко 2000), важнейшими элементами которой являются:

- минимизация выбросов вредных веществ в атмосферу путем модернизации производства и внедрения эффективных газопылеочистных установок;
- планомерное сокращение объёмов забора свежей воды, повышение удельного веса оборотного водоснабжения промышленных предприятий;

- сокращение объёмов сброса неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод в водоёмы Ярославской области с минимизацией содержащихся в них вредных веществ;
- планомерное наращивание объёмов очистки ливнёвых сточных вод, образующихся на территории промышленных предприятий и различных районов крупных городов области, в первую очередь Ярославля и Рыбинска;
- совершенствование системы управления охраной окружающей среды на промышленных предприятиях;
- использование экологически чистого сырья и производство экологически чистой продукции предприятиями химической, нефтехимической, лакокрасочной, машиностроительной и пищевой промышленности;
- энерго- и ресурсосбережение как основной инструмент производства конкурентно способной промышленной и сельскохозяйственной продукции;
- широкое внедрение энергосберегающих технологий в промышленном и жилищном строительстве, а также в жилищно-коммунальном комплексе за счёт использования энергосберегающих строительных материалов, конструкций и технологий;
- форсированное развитие научно-исследовательских, опытно-конструкторских и научно-производственных работ по использованию нетрадиционных (возобновляемых) экологически чистых источников энергии (геотермальной, ветровой и солнечной, энергии биомассы и малой гидроэнергетики).

Целенаправленная реализация сформулированной концепции экологизации экономики Ярославской области началась в 2001 году, когда решением муниципалитета города Ярославля (№75 от 02.04.2001г.) была принята целевая «Программа снижения антропогенного воздействия на окружающую среду на 2001-2004 годы». На реализацию этой программы было запланировано 700 млн. рублей за счет предприятий, городского и областного бюджетов. Итоговые затраты оказались в 3 раза больше и достигли 2,2 млрд. рублей.

Суммарный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу стационарными источниками за 4 года сократился на 8 тыс. тонн (6,3%): со 127 тыс. тонн в 2000 году до 119 тыс. тонн в 2004 году. Еще более скромные результаты оказались в снижении объемов сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водоёмы – всего лишь на 2,3 млн. м<sup>3</sup> (0,8%): с 306,2 млн. м<sup>3</sup> в 2000 году до 303,9 млн. м<sup>3</sup> в 2004 году. Что касается сокращения объемов образования промышленных отходов, то его фактически не произошло.

Летом 2005 года Решением муниципалитета города Ярославля (№111 от 17.06.2005г.) была утверждена новая целевая комплексная Программа «Снижение антропогенного воздействия на окружающую среду на 2005-2008 годы и на период до 2010 года». На этот раз поставлены более амбициозные задачи: сократить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников на 35 тыс. тонн, то есть в 4,4 раза больше, чем за предыдущий 4-х летний период, снизить количество загрязняющих веществ, поступающих в поверхностные водоемы со сточными водами, на 20 тыс. тонн (при этом не указывается предполагаемый объем сокращения сбрасываемых сточных вод) и сократить объем образования промышленных отходов на 110 тыс. тонн.

Авторы Программы считают, что на ее выполнение потребуется 1 млрд. 346 млн. рублей, в том числе средства предприятий – 1 млрд. 280 млн. рублей и средства бюджета города – 66,3 млн. рублей. Формально это в 2 раза больше, чем запланировано на реализацию Программы 2001-2004 годов (700 млн. рублей). Однако, если учесть, что фактически было затрачено в 3 раза больше средств (2,2 млрд. рублей), чем предполагали, то получается, что на выполнение Программы 2005-2008 годов предусмотрено всего лишь 58% от суммы, израсходованной на реализацию предыдущей Программы. И это настораживает.

Дело в том, что по коэффициенту инвестиций в основной капитал на охрану окружающей среды в общем объеме капиталовложений, равном 0,65% Ярославская область в федеральном списке занимает скромное 58-е место, а в списке по Центральному федеральному округу (ЦФО) – столь же скромное 9-е место (Гитов, 2007). Для сравнения: наши соседи, в частности, Вологодская область, с коэффициентом, равным 1,97 занимает 22-е место среди субъектов Федерации, Ивановская область с коэффициентом 1,07 – 44-е место и Костромская с коэффициентом 0,66 – 57-е место. Правда, наши ближайшие соседи – Тверская (с коэффициентом 0,08) и Владимирская (с коэффициентом 0,05) занимают 76-е и 78-е (соответственно) места в федеральном списке.

По данным государственной статистики за 2005 год на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в Ярославской области было направлено 1 млрд. 114 млн. руб. инвестиций в основной капитал (в фактически действовавших ценах), что составило 3,4% к общему объему инвестиций в экономику области. Однако в 2006 году эта сумма резко сократилась – до 214,1 млн. рублей и составила лишь 0,65% общего объема капиталовложений,

что почти в 12 раз меньше, чем в Ненецком автономном округе, занявшем в 2006 году 1-е место, и в 7 раз меньше, чем в Липецкой области – лидером в Центральном федеральном округе.

Весьма показательны и данные по «грязеёмкости» валового регионального продукта, опубликованные в 2007 году популярным федеральным еженедельником «Экономика и жизнь» в статье «Чистюли и грязнули российской экономики». По количеству выбросов загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников – 0,54 кг на 1000 рублей валового регионального продукта – Ярославская область занимает 23-е место в Российской Федерации и 8-е место в ЦФО. На 1-м месте в этом списке находится Москва с коэффициентом 0,02 кг/1000 руб., а на последнем, 86-м месте, – Оренбургская область с коэффициентом 11,2 кг/1000 руб. Большинство наших соседей занимают более низкие места в федеральном списке: Вологодская область – 77-е место с коэффициентом 2,32 кг/1000 руб., Костромская область – 54-е место с коэффициентом 1,26 кг/1000 руб., Ивановская область – 43-е место с коэффициентом 0,89 кг/1000 руб., Тверская область – 26-е место с коэффициентом 0,60 кг/1000 руб., и только Владимирская область оказалась значительно выше нас – 12-е место с коэффициентом 0,25 кг/1000 руб.

По удельному весу (43,8%) уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ (ЗВ) в общем объеме выбросов, отравляющих атмосферный воздух, Ярославская область находится во второй половине федерального списка (63-е место) и в конце списка ЦФО (14-е место). Среди наших соседей наиболее высокое, 23-е, место занимает Вологодская область с 80,4% уловленных ЗВ, затем следует Ивановская (54-е место – 53,3%) и Костромская (60-е место – 46,5%). Ниже нас в федеральном списке находятся Владимирская (66-е место – 27,6%) и Тверская (69-е место – 22,6%) области.

Если по коэффициенту «грязеёмкости» №1 (количество выбросов вредных веществ промышленными предприятиями на 1000 руб. ВРП) мы занимаем достойное 23-е место в федеральном списке и 8-е место в списке ЦФО, то по коэффициенту «грязеёмкости» №2 (объему сброса загрязненных сточных вод в кубометрах на 1000 руб. ВРП) мы с коэффициентом, равным 2,03 кубометра на 1000 руб., являемся аутсайдером, занимая 71-е место в федеральном списке и предпоследнее 17-е место в списке ЦФО. Среди наших соседей ситуация хуже, чем у нас только в Ивановской области – 80-е место по РФ и 18-е место по ЦФО.

Объемы сброса загрязненных сточных вод (недостаточно очищенных и совсем неочищенных) в поверхностные водоемы Ярослав-

ской области остаются стабильно высокими (на уровне 99,8-99,9%) уже второе десятилетие. По этому показателю мы находимся на последнем месте в ЦФО и на 83-м месте в России. Хуже, чем у нас, ситуация только в трех субъектах Федерации (Мордовия, Волгоградская область и Чеченская республика), в которых удельный вес загрязненных сточных вод составляет все 100%.

Из этого следует, что резкое увеличение эффективности очистки промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водоемы, является задачей №1 в реализации концепции экологизации экономики Ярославской области на ближайшие 5-7 лет.

#### Литература

*Бобров А.А.* Влияние факторов окружающей среды на состояние здоровья населения Ярославской области // Экологозависимые заболевания. Материалы научно-практической конференции. Ярославль 1996, с.19-22.

*Лукьяненко В.И.* Экология и здоровье // Экологозависимые заболевания. Материалы научно-практической конференции. Ярославль 1996, с.3-15.

*Лукьяненко В.И.* Актуальные проблемы экологии Ярославской области. Верхневолжская экологическая академия – важнейший инструмент повышения эффективности экологических исследований и оптимизации использования научного потенциала // Актуальные проблемы экологии Ярославской области. Ярославль, 1998, вып.1, с.7-24.

*Лукьяненко В.И.* О концепции экологизации экономики Ярославской области // Проблемно-аналитическая записка Губернатору области. Ярославль, 13 декабря 2000 года. 4 с.

*Скородумова Л.В., Вотякова Ф.А., Дружинина Т.А.* Ретроспективный анализ заболеваемости кишечными инфекциями в Ярославской области // Экологозависимые заболевания. Материалы научно-практической конференции. Ярославль, 1996, с.22-24.

*Титов Д.* Чистюли и грязнули Российской экономики // Экономика и жизнь, август, 2007.

*Черная Н.Л., Дружинина Т.А., Меркулова Л.К., Мозжухина Л.И., Серкова О.В., Андреева И.Н., Старунова Л.Н., Иванова Н.Н.* Медико-экологический мониторинг состояния здоровья детей в Ярославской области // Экологозависимые заболевания. Материалы научно-практической конференции. Ярославль, 1996, с.25-28.

**СЕКЦИЯ I**  
***ГИДРОЭКОЛОГИЯ***



**РАЗВИТИЕ ТОКСИЧНОГО КОМПЛЕКСА  
СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ПЛАНКТОТРИХЕТОВОГО  
ТИПА В ВЫСОКОЕВТРОФНОМ ОЗЕРЕ НЕРО**

**Бабаназарова О.В., Орлов В.Ю., Прохорова И.М., Ковалева М.И.,  
Сиделев С.И., Рассохина Е.Г., Зубишина А.А., Гусева О.А.**

*Ярославский государственный университет  
им. П.Г. Демидова (ЯрГУ)*

С начала исследований фитопланктона осуществлялись попытки выделять группы водорослей соответственно гидрохимическим показателям, трофическим шкалам, особенностям сукцессионных процессов. Активно разрабатываемая парадигма функциональных групп фитопланктона, выделяемых по принципу морфологического строения, требовательности к определенным условиям формирования их экологической ниши, детального анализа скоростей роста, лежит в русле этого подхода (Reynolds et al., 2002; Babanazarova, Lyashenko, 2007). PROTECH (Phytoplankton RespOnses To Environmental CHange) модель создана для использования в инженерных предсказательных целях, для менеджмента стратифицированных озер (Elliot et al., 2001). Основные гипотезы, получившие подтверждение в результате ее использования сводятся к следующему. В каждой определенных условиях виды с наиболее близкими чертами, согласно функциональной классификации, будут доминировать. С удалением доминантного вида следующий, наиболее адаптированный вид из этой же, либо близкой функциональной группы должен доминировать.

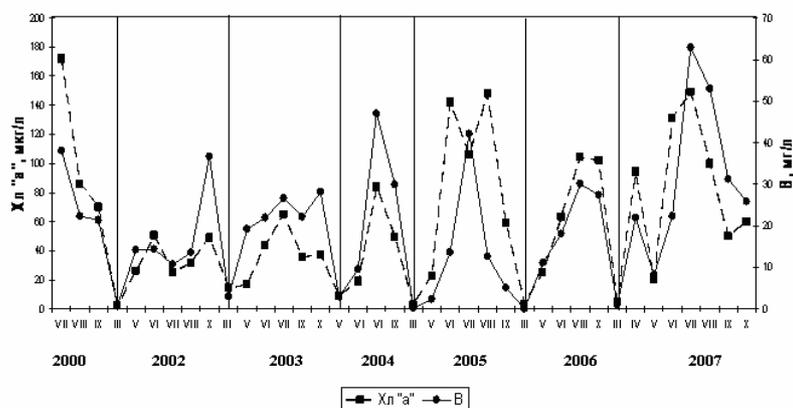
Озеро Неро представляет собой мелководный (средняя глубина 1.6 м), слабопроточный (водообмен 1.9 раз в год) водоем площадью около 58 км<sup>2</sup> с низкой прозрачностью воды и высоким содержанием биогенных элементов.

Исследования фитопланктона, содержания биогенных элементов и пигментов сестона проводятся ежемесячно на пяти станциях, прилегающих к г. Ростову с 1999 г., по общепринятыми методами. С 2004 г. на озере проводится оценка суммарной мутагенной активности (СМА) воды с использованием трех тестов: теста видимых мутаций у *Chlorella vulgaris*, теста ДЛМ у *Drosophila melanogaster*, теста учета ХА в меристеме *Allium cepa*. С 2006 г. ведется определение микроцистинов – токсинов синезеленых водорослей методами ОФ ВЭЖК

с УФ-фотометрической детекцией с флуориметрической детекцией дериватов анатоксинов согласно модернизированной нами методике.

Целью настоящего исследования являлось выделение и отслеживание динамики развития структурообразующих видов водорослей планктона оз. Неро, выделение функциональных групп, изучение генотоксичности воды и отработка методики определения токсинов синезеленых водорослей.

За период наблюдений 1999-2007 гг. средне вегетационная численность и биомасса фитопланктона изменялись в пределах 381-642 млн. кл./л и 14.6-32.19 мг/л. Верхний предел указанных показателей в наших наблюдениях значительно превышает таковой конца 80-х годов прошлого века 354,04-540,77 млн. кл/л и 12,1-17,38 мг/л соответственно (Ляшенко, 1991). Более значительные их флуктуации в последний период наблюдений соответствуют большим климатическим колебаниям (Babanazarova, Lyashenko 2007). Сопряженный анализ данных по биомассе фитопланктона (В) и содержанию хлорофилла «а» в сестоне (Хл «а») показал достаточное подобие кривых сезонной динамики обоих показателей в разные годы (рисунок). Оставаясь в пределах величин, известных для озера (Ляшенко, 1991; Сигарева, Ляшенко, 1991) содержание хлорофилла в сестоне значимо снижалось в 2002-2004 гг. и вновь возрастало в последующий период наблюдений, в динамике биомассы наблюдались ярко выраженные максимумы, до 62,9 мг/л в 2007 гг.



Исследования фитопланктона оз. Неро (1999-2003 гг.), сопоставление с предшествующими наблюдениями 1987-89 гг. на основании показателей доминирования и встречаемости позволили выделить ценообразующий комплекс видов (ЦОВ) (Babanazarova, Lyashenko, 2007). По классификации Reynolds et al. (2002) фитопланктон озера относится к (H1-M-S1-C-J) типам. Фитопланктон открытой части оз. Неро в течение вегетационного сезона в достаточной мере обеспечен соединениями фосфора и азота. Корреляционный и факторный анализы показали как наиболее значимые в формировании ЦОВ параметры освещенности. Наиболее представлен в озере S1 (планктотрихетовый) тип, что соответствует первой гипотезе PROTECH модели. Смена доминантов внутри данного типа от *Pseudanabaena limnetica* (Lemm.) Kom. в 1987-89 гг. к *Limnothrix redekei* (Van Goor) Meffert в 1999-2003 гг. Выход на уровень субдоминантна *Planktothrix agardhii* Gom подтверждает вторую гипотезу модели о наибольшей конкурентности внутри функциональных групп. Это позволяет в целом использовать функциональную классификацию Reynolds et al. (2002) и в системе мониторинга мелководных высокоэвтрофных водоемов. Низкая прозрачность за счет самозатенения и обогащенность среды биогенными элементами поддерживают условия для вегетации S1 типа. В наших исследованиях на основании функциональной классификации была выдвинута гипотеза о развитии фитопланктона открытой части оз. Неро к стадии доминирования *Planktothrix agardhii* как заключительному этапу развития сообщества в мелководных высокоэвтрофных водоемах, обогащенных органическим веществом. Что нашло подтверждение в последующих наблюдениях 2005-2006 гг.

В последние три года наблюдений, наряду с доминированием *Planktothrix agardhii*, наиболее существенные вариации отмечены в составе доминантов весеннего фитопланктона. На доминирующие позиции стала выходить диатомовая водоросль *Synedra acus* Kutz. var. *angustissima* Grun., роль *Aulacoseira ambigua* (Grun) Sim. резко уменьшилась в весенних альгоценозах. Кроме того, с 2003 года отмечены случаи массового развития весной видов рода *Stephanodiscus* (*S. hantzschii* Grun. и *S. minutulus* (Kütz.) Cleve et. Möller) – индикаторов высокой степени эвтрофирования и сапробности водоемов. Согласно классификации К. Рейнольдса в настоящее время весной происходит смена С типа фитопланктона (*Aulacoseira ambigua*) на D тип (*Synedra acus*, *Nitzschia* sp., *Stephanodiscus hantzschii*), преобладающий в мелководных, обогащенных биогенными элементами и хорошо переме-

шиваемых водах. Данная смена доминантов может быть показателем ускоренного перехода в гипертрофную стадию развития.

Показательно, что анализ связи абсолютных концентраций Хл «а» с биомассами отдельных групп водорослей в озере в 2000-2005 гг. выявил более тесные связи между хлорофиллом и биомассой синезелёных ( $r=0,79$ ;  $p<0,001$ ) по сравнению с зелёными ( $r=0,51$ ;  $p<0,001$ ) и диатомовыми ( $r=0,063$ ;  $p>0,05$ ) водорослями. Обусловлено это доминированием в фитопланктоне озера большую часть вегетационного сезона именно нитчатых синезелёных водорослей. Значительное ежегодное увеличение количества Хл «а» летом и осенью определяется приростом биомассы доминирующих в озере видов синезелёных водорослей в эти периоды. Вклад в общую биомассу синезелёных водорослей в 2004-2007 гг. составлял 56,8-64,5% и превышал таковой в 2000-2003 гг. (47,3 – 54,05%). Тесные и значимые связи структурных характеристик фитопланктона обнаружены с индексом E450/E480. Предлагается использовать данный индекс не только как показатель развития сине-зелёных водорослей, но и как показатель соотношения определённых таксономических групп фитопланктона.

В 2004 году изучение пространственного распределения мутагенной активности воды показало, что на 80% точек отбора проб (4 станции) вода повышает частоту генетических нарушений хотя бы в одном из тестов, уровень СМА характеризуется как «слабый». Колебания уровня мутагенной активности воды в зависимости от станции отбора проб свидетельствуют о наличии точечных источников загрязнения. В 2006г генотоксический потенциал воды зарегистрирован на 6 станциях из 9 (66,7%). Сравнение результатов разных тестов показывает, что в воде могут содержаться как мутагены прямого действия, так и промутагены, приобретающие активность в процессе метаболической активации в растительных и особенно животных организмах. В 2007 г. отмечена тенденция соответствия мутагенной активности воды сезонной динамике обилия нитчатых синезелёных водорослей.

Многие штаммы и виды цианобактерий выделяют токсичные вещества, которые могут вызывать серьезные проблемы в рекреационных зонах и местах забора воды. Известен сильный гепатотоксический эффект *Planktothrix agardhii*, количество микроцистина, выделяемого этой формой в 10 раз больше, чем у вида, из которого его первоначально выделили (*Microcystis aeruginosa* Ktz). Всемирная организация по здравоохранению установила в 1997 г. предел в 1 мг/л микроцистина-LR или эквивалента этого токсина, в качестве пре-

дельно допустимой нормы содержания токсина в питьевых водах. В России пока таких норм в водопользовании не введено. Нами проведена адаптация методик определения группы микроцистинов, обоснована замена растворителя метанола на этанол, проведен полуколичественный анализ. Прделанная работа позволяет ставить вопрос об эффективных и контролируемых методах очистки от соединений класса микроцистинов. Разработка их теоретических основ предполагает установление точной структуры микроцистинов, оценку реакционной способности основных функциональных групп и фрагментов молекул для определения наиболее эффективных методов их связывания.

В целом, результаты работы подтверждают обе гипотезы PROTECT модели, значимость использования функциональной классификации Рейнольдса при мониторинге высокоэвтрофных озер, позволяют определить направления исследований токсичного планктотрихетового комплекса синезеленых водорослей.

#### Литература

*Ляшенко О.А.* Фитопланктон озера Неро // Современное состояние экосистемы озера Неро. Рыбинск: ИБВВ, 1991, с.10–32.

*Сугарёва Л.Е., Ляшенко О.А.* Пигментные характеристики фитопланктона озера Неро // Современное состояние экосистемы озера Неро. Рыбинск, 1991, с. 32-52.

*Babanazarova O.V., Lyashenko O.A.* Inferring long-term changes in the physical-chemical environment of the shallow, enriched lake Nero from statistical and functional analyses of its phytoplankton // J. Plankton Research, 2007, v.29, №9, p.747-756.

*Reynolds C.S., Huszar V., Kruk C., Naselli-Flores L., Melo S.* Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton // J. Plankton Research, 2002, v.24, №5, p.417-428.

*Elliot J.A., Reynolds C.S., Irish A.E.* An investigation of dominance in phytoplankton using the PTOTECT model // Fresh. Biol., 2001, v.46, p.99-108.

## **ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ РЕКИ ТРУБЕЖ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ОЧИСТКИ ЕЕ РУСЛА ОТ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

*Бикбулатов Э.С.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д.Папанина РАН  
(ИБВВВ РАН)*

Река Трубеж – основная водная артерия уникального памятника природы и культуры – озера Плещеево на протяжении своей истории претерпевала несколько периодов интенсивного загрязнения (Бикбулатов и др., 1992).

Первые серьезные гидробиологические и гидрохимические обследования реки, выполненные в 1887 году, выявили ее катастрофическое состояние. Основной причиной происшедших за короткий промежуток времени коренных изменений качества воды реки явились построенные на ее берегах в середине XIX века ткацкая, красильная и кожевенная фабрики, сточные воды которых без всякой обработки сбрасывались прямо в Трубеж (Гримм, 1870, 1889; Коврайский, 1893).

В 1888 году биолог Ф.Ф. Коврайский (1893) тщетно искал в реке «хотя бы какое-нибудь живое существо». Анализы сточных вод указанных предприятий, выполненные известным московским профессором химии И.А. Каблуковым, показали наличие ализарина, таннина, серной, соляной и азотной кислот, хлорной извести и ряда других соединений. Трудно дать более яркую характеристику уровня загрязнения реки в конце XIX века, чем это сделал Коврайский в подробном отчете Императорскому русскому обществу акклиматизации. Вот небольшие отрывки из этого труда: «Ил ниже фабрик состоит наполовину из хлопьев краски и гниющих веществ и сильно пахнет сероводородом; ил скопляется массами у устья реки перед отмелью и во время паводков выносится в озеро... Уже давно вода в реке такого качества, что не только негодна для питья людям или животным, но не годится и для мытья белья». Страшная картина полной деградации участка реки Трубеж в пределах городской черты сохранялась в течение ряда лет.

В 1920 г. началась разработка торфяного месторождения на Берендеевском болоте, откуда берет начало р. Трубеж. Интенсивное осушение болотного массива продолжалось в течение десятков лет – вплоть до 80-х годов XX столетия и сопровождалось значительным нарушением водного баланса реки. В 1990 г. на Берендеевском болоте были проведены работы по рекультивации земель, в том числе с

целью частичного восстановления поверхностного стока р. Трубеж, но обследования 1998-1999 гг. показали, что по-прежнему основная часть бывшего его естественного стока уходит в р. Малый Киржач (Заика и др., 2001). Постепенное, но неуклонное сокращение водосборной площади привело к снижению объемов питания, вследствие чего существенно снизилась интенсивность промывки русла реки.

За состоянием вод Трубежа и предустьевого пространства в 1946-1947 гг. проводили наблюдения сотрудники института ВОДГЕО. Основным выводом было то, что химический состав речной воды не претерпел существенных изменений по сравнению с 1929 годом.

В 1963-1964 гг. выяснилось, что интенсивность процессов самоочищения в реке заметно понизилась по сравнению с 1929 и 1947 гг. (Федорова, 1967). Это связывалось со сбросом непосредственно в реку бытовых сточных вод возрастающей численности населения г. Переславль-Залесский и сточных вод развивающейся в нем промышленности.

В 1980 г. был произведен отвод большей части стоков основного промышленного предприятия города (п/о «Славич») от р. Трубеж, что способствовало снижению содержания и стабилизации режима основных элементов солевого состава и биогенных элементов. В то же время влияние города на качество воды реки оставалось значительным.

Еще в 1984-1985 гг. мы отмечали, что на незагрязненном участке (с. Красное) содержание натрия, калия, сульфатов, хлоридов, биогенных элементов иногда в 4-5 раз ниже, чем в устье (Экосистема..., 1989). Результаты наших исследований 1988-1992 гг., предпринятые в связи с введением в строй открытого водозабора из оз. Плещеево, подтвердили этот вывод (Бикбулатов, Щеглов, 1992). Было выявлено, что основной вклад в отмеченное увеличение концентрации всех компонентов вносит река Ветлянка – приток р. Трубеж.

Неоднократно проводились исследования уровня загрязнения реки нефтепродуктами. Наиболее надежным считается анализ с применением методов колоночной хроматографии в сочетании с инфракрасной спектрофотометрией в соответствии с разработанными в ИБВВ РАН критериями разделения и определения естественной и антропогенной составляющих углеводов (Бикбулатов и др., 2003; Ершов, 1983). По данным 1996 г. от апреля к маю в устье р. Трубеж валовая концентрация углеводов увеличилась в 9 раз, что составило 11.6 ПДК. При этом в вегетационный период продукты нефтяного характера из различных источников, генетически связанных с человеческой деятельностью, до 10 раз превышала естественную биогенную состав-

ляющую. Такое резкое увеличение содержания углеводов увязывалось с ливневым стоком с территории города, который до настоящего времени не зарегулирован, и с обогащенными углеводами водами весеннего половодья (Бикбулатов и др., 2003).

Достаточно корректные оценки уровня загрязнения донных отложений р. Трубеж нефтепродуктами были проведены единственный раз в 1979 г. (Ершов, 1983) по соотношению «углеводороды/ органическое вещество». Величины этого показателя должны быть минимальны для грунтов, содержащих углеводороды только биогенного происхождения, и выше в грунтах, которые постоянно испытывают антропогенный пресс. Было показано, что для донных отложений р. Трубеж выше д. Докуки значение приведенного отношения не превышало 0.12%, но уже в деревенской черте (у моста) составляло 0.58%. Значительные пределы колебания указанного параметра (0.4-1.3%) были характерны для грунтов, отобранных на участках в черте города. Это прямое свидетельство того, что р. Трубеж на заметном протяжении ранее подвергалась воздействию углеводов нефтяного характера. Этот пресс, по всей вероятности, сохраняется и сегодня.

На протяжении всей истории исследований р. Трубеж неоднократно поднимался вопрос об очистке ее вод, в частности с помощью удаления загрязненных донных отложений. В 1988 г. п/о «Славич», курировавшее санитарное состояние озера Плещеево и р. Трубеж, заключило договора с двумя организациями (Мосгипроводхоз и Институт биологии внутренних вод АН СССР) на проведение работ, конечной целью которых была оценка целесообразности очистки русла реки от донных отложений с учетом сохранения качества воды в оз. Плещеево. На первом этапе Мосгипроводхозом были проведены инженерно-геологические изыскания. В пределах городской черты было пробурено 40 скважин на 10 створах. Отобранные образцы донных отложений подверглись литологическому и стратиграфическому анализу. Было показано, что грунты в основном представлены песками различной крупности и супесью.

Мощность черных илов, которые, как можно было предполагать априори, наиболее загрязнены вследствие их значительной аккумуляющей способности, была относительно невелика. Они сосредотачивались в основном в устьевой части. На втором этапе по разнице концентраций химических веществ в речной воде в устье и в районе д. Докука определялось влияние городского участка реки на загрязнение воды. Параллельно оценивался вклад вторичного загрязнения в общее санитарное состояние р. Трубеж. В донных отложениях были определены запасы загрязняющих веществ (тяжелых металлов, био-

генных элементов, основных компонентов солевого состава) и скорости их десорбции. Результаты лабораторных экспериментов показали, что за 135 суток экспозиции слои илов мощностью 0.7 м, отобранные на четырех разрезах (у д. Докука, фабрики «Новый мир», городской бани и устья реки) практически не выделяли соединений цинка, кадмия, хрома, серебра. Более того, было установлено, что донные отложения сохраняли запас сорбционной емкости и были в состоянии способствовать кратковременному очищению водных масс от этих элементов. В период открытой воды не вносили заметного вклада во вторичное загрязнение и продукты разложения органических веществ, хотя их роль в ухудшении качества воды зимой не подлежит сомнению. Главным результатом проведенных исследований было то, что неверно сводить решение задачи улучшения санитарного состояния реки к решению дилеммы – удалять или не удалять донные отложения, т.к. оба исхода могут не привести к желаемому результату. Прежде чем приступать к очистке русла от накопившихся седиментов необходимо ликвидировать основные источники поступления неочищенных стоков в реку.

Спустя 19 лет ЗАО «Институт Костромагипроводхоз» вновь вернулся к этой проблеме и по заданию администрации г. Переславль-Залесский провел работы по теме «Расчистка и углубление устьевого участка реки Трубеж в черте города Переславль-Залесский Ярославской области». Разработанный проект детально рассматривался в марте 2008 г. на заседании технического совета национального парка Плещеево озеро и был отклонен по причинам, изложенными нами много лет назад (Скляренко и др., 1990). Было снова заявлено, что без предварительного проведения канализации бытовых и ливневых стоков, а также берегоукрепительных работ, очистка русла реки от донных отложений не приведет к улучшению качества воды. В то же время была подчеркнута необходимость проведения санитарной очистки ложа от крупногабаритного мусора в виде затонувших лодок, стволов деревьев и т.п.

Таким образом, решение проблемы очистки русла р. Трубеж от донных отложений, несмотря на имеющиеся технические возможности, откладывается на неопределенную перспективу, т.е. до выполнения указанных выше первоочередных работ.

#### Литература

*Бикбулатов Э.С., Щеглов Д.Е.* Гидрохимический режим оз. Плещеево в 1988-1992 гг. // Труды Всероссийской научной конфе-

рениции, посвященной 300-летию юбилею отечественного флота. Переславль-Залесский, 1992, вып.3, с.34-41.

*Бикбулатов Э.С., Щеглов Д.Е., Бикбулатова Е.М.* Очерк развития гидрохимических исследований р. Трубеж и оз. Плещеево // Труды Всероссийской научной конференции, посвященной 300-летию юбилею отечественного флота. Переславль-Залесский, 1992, вып.3, с.28-33.

*Бикбулатов Э.С., Еришов Ю.В., Бикбулатова Е.М., Степанова И.Э.* Методологические и методические проблемы оценки нефтяного загрязнения в природных водах // Эколого-географические проблемы природопользования в нефтегазовых регионах. Труды II Международной конференции. Нижневартовск, 2003, с.108-122.

*Буторин Н.В., Поддубный А.Г., Стрельников А.С., Малинин Л.К.* Плещеево озеро. Ярославль, 1987. 80 с.

*Гримм О. А.* Переславское озеро и его богатство // Труды Имп. В. Э. общества, 1870, т.1, с.384-390.

*Гримм О. А.* Переславское озеро и бывшее его богатство // Вестник рыбопромышленности, 1889, № 1.

*Еришов Ю.В.* Содержание углеводов и битумоидов в оз. Плещеево // Функционирование озерных экосистем. Рыбинск, 1983, с.27-38.

*Заика Е.А., Молчанова Я.П., Серенькая Е.П., Шадуц Е.К., Шутова Т.Н., Щербань С.И.* Плещеево озеро. Исторический и эколого-географический очерк. М. – Переславль-Залесский, 2001. 72 с.

*Коврайский Ф.* Переславское озеро // Вестник рыбопромышленности, 1893, №4, с.141-161.

*Склярченко В.Л., Бикбулатов Э.С., Дзюбан А.Н.* Оценить целесообразность очистки р. Трубеж от донных отложений с учетом сохранения качества воды оз. Плещеево. Борок, 1990. 57 с.

*Федорова Е.И.* Гидрохимические изменения в Переславском озере под влиянием загрязнения. Типология озер, М., 1967, с.53-79.

*Экосистема озера Плещеево.* Л.: Наука, 1989. 264 с.

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

*Бикбулатова Е.М., Бикбулатов Э.С., Степанова И.Э.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

В Рыбинском водохранилище на основании многочисленных исследований по различным параметрам принято выделять 4 водные массы – Волжскую, Моложскую, Шекснинскую и Центральную. Для каждого из плесов характерна отличная от других сезонная динамика валового содержания и отдельных форм и фракций химических компонентов (Рыбинское водохранилище..., 1972).

С 2001 года ИБВВ РАН возобновил экологический мониторинг на 6-ти стандартных станциях водоема, из которых Молога, Наволок, Средний Двор, Измайлово и Брейтово расположены в Центральном, а Коприно – в Волжском плесе.

Пробы отбирались из поверхностного метрового слоя воды с мая по октябрь с частотой обычно 1-2 раза в месяц.

Для характеристики органического вещества (ОВ) использовали величины цветности, биологического (БПК<sub>5</sub>) и химического (ХПК) потребления кислорода и органического углерода (С<sub>орг</sub>).

Общее содержание органических веществ (ОВ) в водоеме есть совокупный результат поступления аллохтонных веществ, продуцирования автохтонного ОВ, поступления из донных отложений и с атмосферными осадками и противоположно направленных им процессов физического удаления и биохимической деструкции. В годовом балансе ОВ в Рыбинском водохранилище определяющая роль принадлежит речному стоку и продукционным процессам. Преобладание одного над другим зависит, в основном, от температурного режима и объема водного стока в конкретном году. Динамика поступления аллохтонного ОВ в различные плесы водоема имеет все характерные черты, присущие внутригодовому распределению стока в основных притоках: экстремумы связаны с меженными периодами и периодами половодья (Бикбулатова и др., 2006)

В исследуемые (2001-2007) годы наблюдалась неоднородность распределения органических веществ в воде по акватории. В весенний период размах колебаний величины цветности (показателя аллохтонного, гумусовой природы ОВ) в мае составлял 15-20° хромокобальтовой шкалы (в 2005 году – до 40°). Как правило, максимальные величины характерны для станции Брейтово. Неоднородность

сохранялась и в течение летнего периода, но с меньшей амплитудой колебания величин. Осенью различия в содержании гумусовых веществ по акватории водоема были незначительными, в основном, 5-10 градусов. Это можно объяснить тем, что воды питающих водоемов притоков, в различной степени обогащенные окрашенными веществами (Савина, 1973), могут глубоко вклиниваться в водные массы центрального плеса и даже в летне-осенний период при высокой гидродинамической активности полностью не смешиваться (Рыбинское водохранилище, 1972).

Средние по всем станциям величины цветности убывали от весны к осени (табл. 1).

Таблица 1  
Цветность (градусы) и Сорг (мг/л) в воде Рыбинского водохранилища (средние по всем станциям)

Месяцы	Годы						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	Сорг						
Май	-	-	-	15.6	15.3	11.7	14.8
Июнь	12.1	-	-	16.4	15.5	11.3	13.8
Июль	10.8	10.7	-	14.7	18.7	12.3	13.5
Август	12.1	11.7	12.8	15.2	19.4	-	15.5
Сентябрь	13.6	10.6	13.5	14.3	16.1	13.0	14.4
Октябрь	11.2	-	-	-	13.7	13.0	-
	Цветность						
Май	-	-	-	108	-	59	67
Июнь	59	-	-	87	79	46	59
Июль	66	51	-	67	62	43	53
Август	55	38	63	76	51	-	42
Сентябрь	55	41	61	58	55	38	48
Октябрь	58	-	-	-	51	40	48

Закономерностей в сезонной динамике средних значений валового ОВ не выявлено, за исключением 2005 года, в котором летом отмечен четкий максимум (табл. 1). Размах средних по всем станциям концентраций составлял 1.7-2.8 мг/л, в 2005 году – 4.1 мг/л.

Экологически значимая лабильная компонента органического вещества (ЛОВ), определяемая по БПК<sub>5</sub>, за весь период наблюдений была практически меньше 2 мг/л, что характерно для достаточно чистых водоемов (Скопинцев, 1950) (табл. 2). Максимальные величины

приурочены к периоду массового развития синезеленых водорослей в Рыбинском водохранилище (конец июля – август), как результат прижизненного выделения легкоутилизируемых микрофлорой веществ. Изменчивость величин БПК<sub>5</sub> находится в прямой зависимости от температуры воды (табл. 2).

Таблица 2  
Изменчивость средних величин БПК<sub>5</sub> (мг/л)  
и температуры, °С (в скобках)

Месяцы	2001	2002	2004	2005	2006	2007
Май	-	-	1.2(8.1)	-	1.2	1.2
Июнь	1.0(13.6)	-	1.6(15.2)	1.4(16.0)	1.3	1.5
Июль	1.6(23.0)	2.1(22)	1.5(20.2)	1.8(21.5)	1.9	1.4
Август	1.4(20.0)	1.5(16)	-	1.5(20.1)	-	1.9
Сентябрь	1.3(14.3)	0.8(9.7)	1.3(14.8)	1.2(12.8)	0.8	1.1
Октябрь	0.7(3.1)	-	-	1.3(11.4)	1.0	1.2

На лабильную фракцию в период открытой воды приходилось 1.9-8.0% общего количества ОВ. Средняя величина ЛОВ, рассчитанная по данным 152 непосредственных анализов в близкие к среднему по водности 1981-1982 гг. составляет 4.2%. Примерно такие же величины характерны и для 2001-2007 гг. Эту цифру в первом приближении можно рассматривать как некую региональную константу, которая позволяет оценивать происходящие изменения в качественном составе ОВ на не подверженных антропогенному воздействию акваториях.

Существенно более высокие концентрации ЛОВ выявлены в 2007г. (при обследовании всех плесов водоема) в Шекснинском плесе в устьях рек Кошта и Ягорба, которые протекают вблизи и внутри городской черты г. Череповца, что является прямым свидетельством попадания в них загрязнений органического характера. Уже 5-тисуточное БПК в 2-3 раза превышает ПДК по этому показателю, которое основано на полном биохимическом потреблении кислорода и равное 3.0 мгО/л.

Анализ межгодовой изменчивости величин показателей органического вещества (табл. 3) выявляет достаточно высокую корреляцию с объемом водного стока, что может служить основанием для вывода о преобладающей роли последнего в формировании не только общего содержания, но и форм и фракций ОВ в Рыбинском водохранилище.

Таблица 3

Межгодовая изменчивость цветности (градусы), Сорг (мг/л) и БПК<sub>5</sub> (средние по всем станциям) и объема водного стока (V, км<sup>3</sup> за год)

Май - октябрь	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Сорг	12.0	11.0	13.1	14.8	16.5	12.3	14.4
Цветность	55	42	62	78	61	47	57
БПК <sub>5</sub>	1.2	-	-	1.4	1.4	1.3	1.2
V*	29.1	18.73	26.26	45.17	33.90	29.86	-

\*Данные предоставлены Литвиновым А.С.

#### Литература

*Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А.* Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 270 с.

*Бикбулатова Е. М., И. Э. Степанова, Э. С. Бикбулатов.* Формы, масштабы и изменчивость поступления органических веществ в Рыбинское водохранилище // Водные ресурсы, 2006, т.33, №3, с.338-348.

*Рыбинское водохранилище и его жизнь.* Л.: Наука, 1972. 364 с.

*Савина В.Д.* Водный баланс Рыбинского водохранилища // Сборник работ Горьковской, Волжской и Рыбинской гидрометобсерваторий. Л: Гидрометеиздат, 1973, вып.10, с.154-174.

*Скопинцев Б.А.* // Гидрохимические материалы, 1950, т.17, с.108.

**О ВЛИЯНИИ КОМПЛЕКСНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО  
СТОКА В РЕКУ ВОЛГУ В ЧЕРТЕ ЯРОСЛАВЛЯ НА  
РЕПРОДУКТИВНУЮ ФУНКЦИЮ И ФОТОСИНТЕ-  
ТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ВОДОРΟΣЛЕЙ**

*Воропаева О.Г., Рогозина Е.А.*

*Ярославский государственный университет  
им. П.Г. Демидова (ЯрГУ)*

В настоящее время, огромные масштабы антропогенного воздействия на пресноводные водоёмы сказываются на составе гидробионтов и их физиологических функциях. Промышленные сточные воды, даже после их очистки, содержат достаточно высокие дозы органических и минеральных соединений как токсичных, так и нетоксичных, но оказывающих действие на систему в целом или на её отдельные компоненты. Водоросли являются первым трофическим звеном системы, которое принимает на себя действие загрязнителей, а потому их используют в качестве тест-объектов при оценке характера воздействия того или иного загрязнения на фотосинтезирующие организмы (Федий, Мисюра, 1975; «Цветение воды», 1986). Известно, что в зоне выбросов промышленных стоков происходит видовое обеднение водорослей, угнетение их развития или наоборот стимуляция, а также снижение фотосинтетической активности или усиление её в стрессовой ситуации (Ленова, Ступина, 1990; Blaise, Van Coillie, 1987). По мере разбавления стоков, они оказывают стимулирующие действие на развитие водорослей, что приводит к «цветению» водоёма, накоплению и отмиранию скоплений биомассы, ухудшению санитарно-биологического режима и качества воды. Массовое размножение водорослей в зонах промышленных стоков представителей отдела *Suaporphyta* как правило связано со специфичностью их метаболизма, хроматической адаптацией их пигментных систем, а также миксотрофностью, позволяющей усваивать органические загрязнители среды (Blaise, Van Coillie, 1987).

Наши исследования по влиянию промышленного стока на репродуктивную функцию и фотосинтетическую активность водорослей проведены на водах комплексного коллектора, находящегося на правом берегу реки Волга, в черте г.Ярославля. Опыты ставились в разные месяцы 2004-2005 гг. в люменостате с освещённостью 4000 лк. и  $T\ 21-23\ C^{\circ}$  в 250мл колбах со 100 мл среды на альгологически чистых культурах и природном альгоценозе летнего периода. Разбавление стока проводили отстоянной водопроводной водой. Репродуктивную функцию характеризовали по приросту количества клеток

(подсчет проводили в камере Фукс-Розенталя). Фотосинтетическую активность водорослей и траты кислорода на дыхание определяли по методу Винберга. В ходе экспериментов отмечали морфологические изменения водорослей.

Поскольку коллектор сбрасывающий в р. Волгу отработанные, хотя и очищенные в разной степени на предприятиях воды, является комплексным, то в составе стоков присутствуют разные компоненты. По данным Госэпиднадзора за 2004-05 гг. в составе стока присутствовали хлориды, аммиак, нитриты, нитраты, железо, сульфаты, взвешенные вещества, нефтепродукты, ПАВ, фенолы, алюминий, кадмий, свинец, цинк, медь. Воды имели запах нефтепродуктов и характеризовались наличием опалисцирующей пленки на поверхности.

В эксперименте мы использовали лабораторные культуры *Scenedesmus quadricauda*, *Chlorella pyrenoidosa* и *Ankistrodesmus falcatus* как классические объекты для подобных исследований. Продолжительность эксперимента 15 суток, повторность трехкратная с обработкой результатов по критерию Стьюдента. В целом была обнаружена общая картина со всеми испытуемыми видами, показавшая устойчивость водорослей даже к 100% промышленному стоку, однако первые 3-6 суток наблюдалось снижение интенсивности деления клеток во всех вариантах опыта по отношению к контролю. Показана динамика роста численности клеток *Scenedesmus quadricauda* в зависимости от концентрации промышленного стока (испытаны 100%, 50%, 25%, 12,5%-ные концентрации). Первые 3-е суток культивирования этой культуры мы наблюдали снижение прироста численности клеток во всех вариантах опыта. На 6-е сутки от контроля отставал только вариант без разбавления и 8-ми кратного разбавления. На 15-е сутки культивирования все концентрации стока по количеству клеток опережали контрольный вариант на 59,2-98,9% (рис. 1).

Морфологические изменения видов в течении опыта характеризовались измельчением размеров клеток и распадом 4-х клеточных ценобиов на 2-х клеточные и одноклеточные, в неразбавленном же стоке вся культура превратилась в одноклеточную с полным исчезновением боковых выростов. Такое явление ранее было отмечено при испытании тест-культур в экстремальных условиях (Леонова, Ступина, 1990). Изменение признаков в данном случае под влиянием загрязнения среды мы относим к фенотипическим, поскольку при перенесении водорослей в среду Прата их морфологические признаки восстанавливались. Аналогичная динамика роста численности клеток нами была установлена при испытании других тест-культур (*Chlorella pyrenoidosa* и *Ankistrodesmus falcatus*).

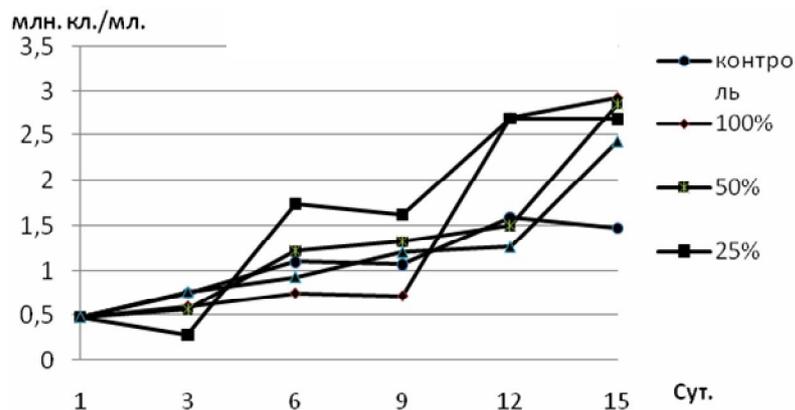


Рис. 1. Влияние промышленного стока на численность клеток *Scenedesmus quadricauda* в хроническом опыте

Иная картина наблюдалась при изучении влияния промышленного стока на продукционно-деструкционные процессы в культуре. Опыты ставились в течение вегетационного периода 2005 г. на смешанной культуре хлорококковых водорослей. Экспозиция пикнометров в течение 2-х часов в термолуминостате. Повторность трехкратная. На рисунке 2 показано, что неразбавленный сток, а также его 2-х и 4-х кратное разбавление снижают активность фотосинтеза, лежащего в основе продукционного процесса до 41,9-11,3% соответственно, относительно контроля и ингибирует дыхательный процесс до 47-11,8%.

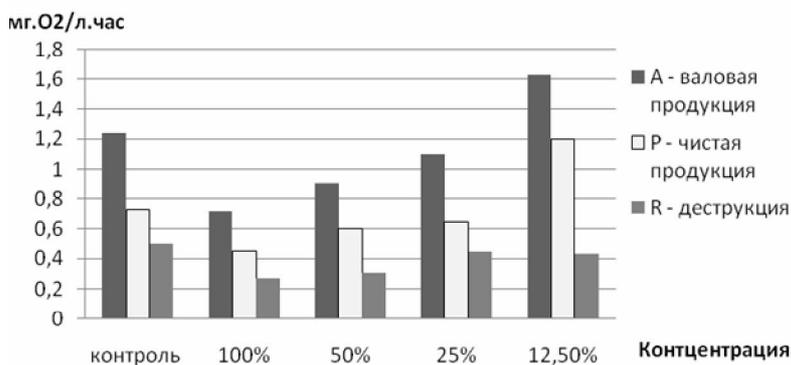


Рис. 2. Влияние промышленного стока на первичную продукцию хлорококковых водорослей

Восьмикратное разбавление дает стимуляцию фотосинтеза на 34,4% по отношению к контрольному варианту. При всех разбавлениях проточного стока, как и в контрольном варианте, мы отмечали преобладание продукционных процессов над деструкционными ( $A/R > 1$ ).

Другой вариант опыта был поставлен, когда на Волге наблюдалось интенсивное цветение синезеленых водорослей *Microcystis aeruginosa* и *Aphanizomenon flos-aquae*. Это явление в данном участке русла обычно продолжается с июня по ноябрь с доминантой то одного, то другого вида. Отмечено повышение фотосинтетической активности водорослей во всех испытанных концентрациях и даже в неразбавленном стоке. Очевидно, что по составу и по концентрациям веществ сток оказался нетоксичным для этой физиологической функции, да и аборигенные виды адаптированы к условиям в данном участке русла. Наиболее высокие показатели фотосинтеза отмечены в неразбавленном стоке и при 2-х кратном разбавлении (1,79-1,93 мг  $O_2$ /л час, соответственно). Далее с разбавлением этот показатель снижается до 1,05 мг  $O_2$ /л час, что также превышает контроль (0,95 мг  $O_2$ /л час). При этом система отвечает усилением деструкционных процессов в пределах 64,7-17,6 % по отношению к контролю при разбавлении стока до 4-х и 8-ми крат. Отношение  $A/R$  в этом варианте также оставалось  $>1$  (рис. 3).

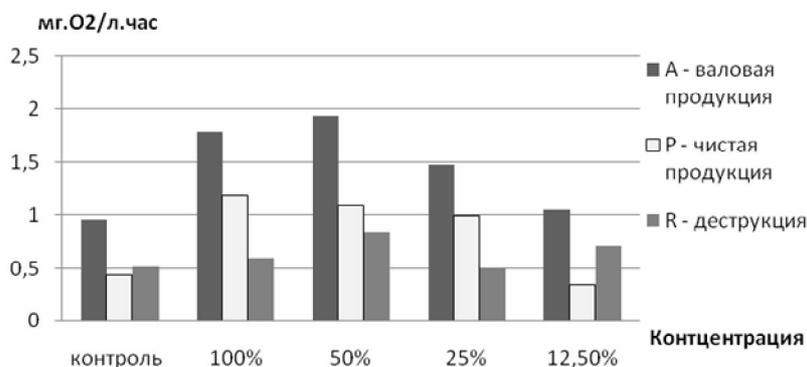


Рис. 3. Влияние промышленного стока на первичную продукцию природного альгоценоза

Таким образом, сточные воды комплексного промышленного коллектора г. Ярославля ускоряют репродуктивную функцию тесто-

вых культур хлорококковых водорослей с нарушением морфологических характеристик видов и снижают фотосинтетическую активность, лежащую в основе валовой продукции в неразбавленном стоке и при 2-х, 4-х кратном разбавлении. Разбавление стока в 8 раз стимулирует фотосинтез. Природный альгоценоз синезеленых водорослей, вызывающих цветение, устойчив к данному антропогенному загрязнителю. Даже неразбавленный сток стимулирует фотосинтетическую функцию *Microcystis aeruginosa* и *Aphanizomenon phlos-aquae* с усилением деструкционного процесса. Интенсификация развития водорослей под воздействием отработанных промышленных вод, безусловно, нарушает экологическое равновесие в системе.

#### Литература

Федий С.П., Мисюра А.В. Влияние промышленных сточных вод на видовой состав, численность и биомассу фитопланктона пресных водоемов // Биологическое самоочищение и формирование качества воды. М.: Наука, 1975.

«Цветение» воды. Киев: Наукова думка. Комиссия президиума АН УССР по проблеме борьбы с «цветением» воды. Институт гидробиологии, 1986.

Ленюва Л.И., Ступина В.В. Водоросли в доочистке сточных вод. Киев: Наукова думка, 1990.

Blaise C., Van Coillie R. Comparison des response toxiques de trois indicateurs biologiques (bacteries, algues, poissons) exposes a des effluents de fabriques de pates et pariers // Rev. int. sci. eau., 1987.

## СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДЫ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ КОТОРОСЛЬ

*Гусева О.А. \*, Мокроусова Я.Н. \*\**

*\*Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова,*

*\*\*ОАО «Ярославльводоканал»*

Органолептические свойства воды – воспринимаемая рецепторами человека совокупность показателей качества воды: запах, привкус, окраска, прозрачность (мутность), наличие пленок или пены на поверхности воды, посторонних включений, плавающих примесей, осадка. Определение качества воды по этим признакам является обязательным при ее отборе для подготовки к использованию в водопроводных сетях.

Отбор проб проводился на водозаборе Южной водопроводной станции (ЮВС), расположенной на правом берегу р. Которосль в пос. Творогово, в 7 км выше устья реки. Пробы отбирались с глубины 12 м. Из органолептических свойств воды лаборатории ЮВС анализируются запах, прозрачность, мутность и цветность. Эти показатели определяются шесть раз в неделю по стандартным методикам.

Характер запаха воды определяют ощущением воспринимаемого запаха (землистый, хлорный, нефтепродуктов и др.) при температуре 20° С и 60° С и оценивают по пятибалльной системе.

Мутность воды определяют турбидиметрически (по ослаблению проходящего через пробу света) путем сравнения проб исследуемой воды со стандартными суспензиями. Результаты измерений выражают в мг/дм<sup>3</sup> (при использовании основной стандартной суспензии каолина). Цветность определяется путем сравнения окраски испытуемой воды с эталонами и выражается в градусах платиново-кобальтовой шкалы. Прозрачность тесно связана с мутностью и цветностью и определяется высотой столба воды (в см), при которой можно наблюдать опускаемую в водоем белую пластину определенных размеров (диск Секки) или различать на белой бумаге шрифт определенного размера и типа (как правило, шрифт средней жирности высотой 3,5 мм). В данном случае прозрачность определялась по шрифту.

Результаты регулярных анализов лаборатории ЮВС за период с 1997 по 2006 гг. были осреднены по каждому месяцу, а затем этот десятилетний период для удобства представления материала был разделен на два пятилетних (1997-2001 гг. и 2002-2006 гг.).

Запах природной воды р. Которосль слабый и оценивается в 0-1 балла в течение всего года. Усиление запаха речной воды наблюдается в период интенсивного цветения водорослей (летом), или при поступлении в Которосль антропогенно загрязненных вод (нерегулярно). Но и в этих случаях интенсивность запаха, как правило, не превышает двух баллов.

Мутность природных вод в основном определяется наличием коллоидных примесей с очень малыми размерами и чрезвычайно низкой скоростью седиментации, для которых силы диффузии преобладают над силами тяжести. Мутность природных вод обусловлена присутствием тонкодисперсных примесей, которые представляют собой нерастворимые неорганические и органические вещества различного происхождения. Это могут быть частицы глины, песка, эмульсии нефтепродуктов, микроорганизмы, обитающие в толще воды. Мутность природной воды может существенно возрастать при массовом развитии некоторых гидробионтов, в частности водорослей. Увеличивают мутность и гумусовые вещества, образующие коллоидные растворы.

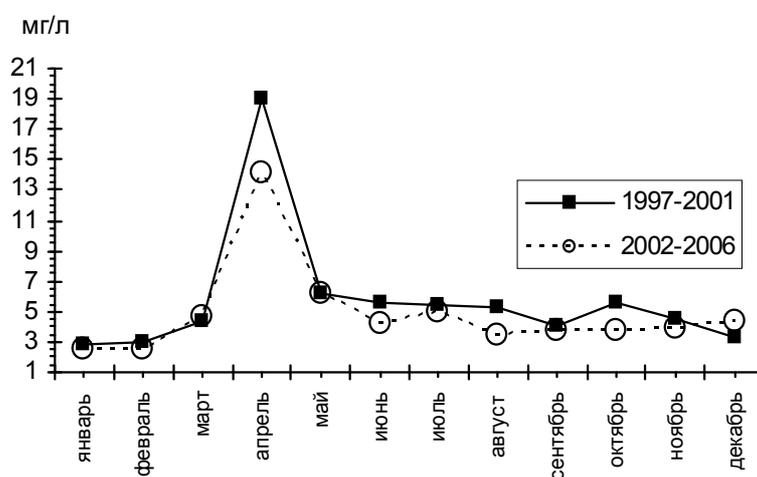


Рис. 1. Динамика мутности воды р. Которосль

Река Которосль в целом характеризуется малой мутностью, не более 20 мг/л (рис. 1). Это связано со сравнительно слабой размывающей деятельностью реки, обусловленной малыми уклонами и довольно богатым растительным покровом, защищающим почвы от размывания. В течение года мутность воды резко возрастает в апреле во время вскрытия реки, в период интенсивного снеготаяния и в среднем достигает значений 13,5-19,0 мг/л. Минимальные величины мутности наблюдаются в зимние месяцы, что связано с отсутствием поверхностного привноса взвесей и снижением интенсивности размножения гидробионтов. После весеннего пика, связанного с половодьем, мутность в летние месяцы снижается и на протяжении теплого периода остается на уровне 5-7 мг/л.

Цветность природных вод обусловлена в основном теми же факторами, что и мутность. Это коллоидные частицы различного происхождения, окрашенные органические вещества (главным образом гуминовые и фульвокислоты), соединения трехвалентного железа и некоторых других металлов (в виде естественных примесей или продуктов коррозии). Сточные воды некоторых предприятий также могут создавать довольно интенсивную окраску воды.

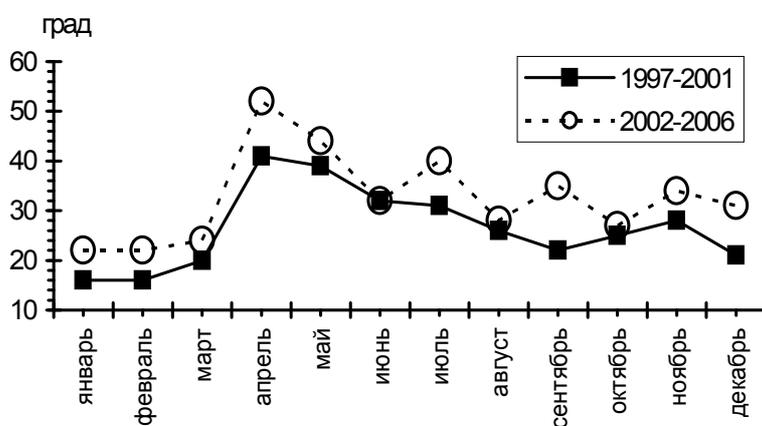


Рис. 2. Динамика цветности воды р. Которосль

Сезонная динамика цветности воды в нижнем течении р. Которосль представлена на рис. 2. Минимальные величины цветности наблюдаются в зимний меженьный период (15-25 град.). Цветность резко увеличивается в половодье и паводки (40-60 град.), а также летом в период массового развития водорослей – «цветения» воды. В

целом характер изменений цветности схож с изменением мутности в течение года. Различия в меньшей контрастности (мутность меняется в году почти на порядок, цветность – примерно в 5 раз), постепенным снижением от апрельского максимума к зимнему минимуму. Если сравнить между собой два пятилетних периода, то видно, что в 2002-2006 гг. цветность увеличилась по сравнению с 1997-2001 гг., в то же время изменения величины мутности имеют обратную тенденцию.

Прозрачность (или светопропускание) природных вод обусловлена их цветом и мутностью, т.е. содержанием в них различных окрашенных и взвешенных органических и минеральных веществ. Ослабление интенсивности света с глубиной в мутной воде приводит к большему поглощению солнечной энергии вблизи поверхности. Появление более теплой воды у поверхности уменьшает перенос кислорода из воздуха в воду, снижает плотность воды, стабилизирует стратификацию. Уменьшение потока света также снижает эффективность фотосинтеза и биологическую продуктивность водоема.

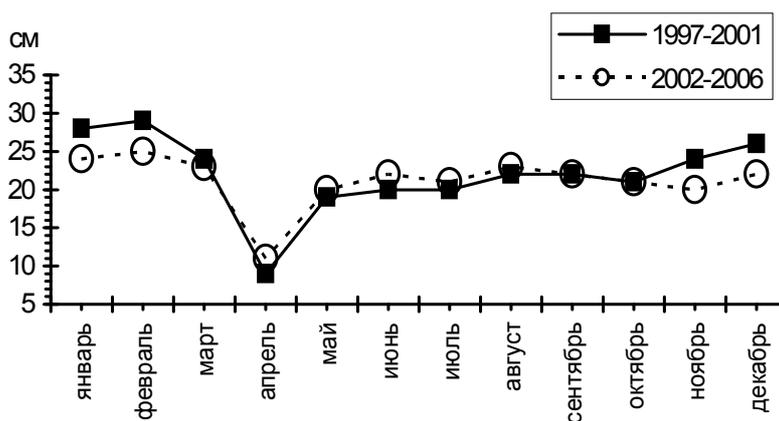


Рис. 3. Динамика прозрачности воды р. Которосль

Сезонная изменчивость прозрачности имеет характер, обратный мутности и цветности. В зимний период года прозрачность воды р. Которосли достаточно велика и приближается к прозрачности питьевой воды, равной 20-30 см (рис. 3). В половодье качество воды резко ухудшается, и величина прозрачности принимает очень низкие значения (8-12 см). Это объясняется стоком с прилегающих территорий снега, содержащего частицы глины, песка, иловых частиц,

эмульсий минеральных масел, нефтепродуктов и др. В мае, после таяния снега, прозрачность воды повышается примерно до 20 см, в осенний период прозрачность постепенно увеличивается, достигая максимума в феврале. При сравнении пятилетних периодов видно, что зимой вода была более прозрачна в 1997-2001 гг., а в летние месяцы прозрачность стала несколько выше в 2002-2006 гг.

Таким образом, органолептические свойства воды в нижнем течении р. Которосль имеют достаточно четкую сезонную динамику, которая в основном обусловлена:

- гидрологическим режимом р. Которосль;
- наличием ледового покрова в зимний период;
- интенсивностью протекания природных процессов, в частности, жизнедеятельностью гидробионтов;
- антропогенной деятельностью в речном бассейне.

## **БАКТЕРИОБЕНТОС ВОДОХРАНИЛИЩ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ**

*Дзюбан А.Н.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

Бактериальные сообщества донных отложений (ДО), отличаюсь устойчивостью и экологическим консерватизмом, играют в проточных водоемах существенную роль не только в круговороте органических веществ (ОВ), но также в процессах самоочищения (Кузнецов, 1970). Однако на участках у городов и промышленных предприятий, где накапливаются различные бытовые и хозяйственные отходы, в ДО происходят изменения естественных окислительно-восстановительных (Red/Ox) условий, структуры и функционирования микробных сообществ, при которых активизируется анаэробный распад ОВ и регистрируются процессы «вторичного загрязнения» (Дзюбан, Крылова, 2000).

Обобщение результатов многолетнего изучения протекающих в ДО верхневолжских водохранилищ микробиологических процессов показало, что в условиях антропогенного воздействия изменяется не только структура микробных сообществ, но и функциональное состояние бактерий. Причем, степень и направленность выявленных изменений определяются характером и уровнем воздействия. На тех участках водоемов, где грунты испытывают слабое или умеренное органическое загрязнение, основная роль в распаде ОВ седиментов принадлежит аэробным комплексам, а суммарная величина деструкции не превышает  $0.5 \text{ г С}/(\text{м}^2 \text{ сут})$ . На участках длительного и интенсивного антропогенного воздействия в функционировании природных микробных ценозов произошли принципиальные изменения. Интенсивность анаэробных процессов здесь значительно возросла, а доля аэробной минерализации в общем распаде ОВ, несмотря на постоянную аэрацию грунтов, резко снизилась. В результате продукты анаэробного метаболизма и другие восстановленные соединения (часто токсичные) выносятся в воду. Осадки становятся источником вторичного загрязнения экосистемы. Еще более глубокой деградации подверглись природные бактериальные сообщества в техногенных ДО. Под действием поллютантов показатели общей функциональной активности бактериобентоса снижаются, а распад ОВ осуществляется узко специализированными группами анаэробных микроорганизмов.

В таких ДО, в зависимости от состава поллютантов, в процессах деградации доминируют либо метаногенез, либо сульфатредукция, ведущие к усиленному вторичному загрязнению водоема.

Благодаря многолетнему ряду наблюдений, проведенных по единой схеме, удалось выявить общую направленность изменений в структуре и функционировании бактериобентоса обследованных водохранилищ. Оказалось, что эти изменения имеют как общеводоемные, так и локальные особенности, характерные для отдельных «хозяйственно обживаемых» участков. Хроническое поступление антропогенных ОБ с водосборной площади, а также со сточными водами растущих городов и предприятий привело к повсеместному повышению сапробности бентосных сообществ. Площадь донного ложа Верхней Волги, занятого слабозагрязненными ДО, неуклонно сокращается, даже промытые пески некоторых речных участков Ивановского, Шекснинского и особенно Горьковского водохранилища характеризуются по микробиологическим параметрам как «загрязненные» и «грязные». Однако, помимо общего хронического воздействия, экосистемы водохранилищ вблизи крупных городов и промышленных центров испытывают мощное локальное загрязнение. Грунты подобных участков, ярким примером которых служит акватория Череповецкого металлургического комбината, претерпели за относительно короткий срок весьма резкие негативные изменения, а их экологическое состояние по структурно-функциональным характеристикам бактериобентоса приближается к критическому (Романенко, 1985; Дзюбан и др., 2000).

Анализ полученных нами данных (Дзюбан, 1998, 1999, 2006; Дзюбан, Крылова, 2000; Дзюбан и др., 2000; Дзюбан, Косолапов, Кузнецова, 2001) показал существенное несовпадение экологических оценок, получаемых при различных подходах. Традиционные показатели «качества воды» по критериям бактериопланктона, быстро реагирующего на внешнее воздействие, регистрируют кратковременные или даже случайные загрязнения, которые в дальнейшем могут не оказать заметного воздействия на экосистему. И только комплексные характеристики микробного населения ДО дают возможность судить о принципиальных и стабильных изменениях естественных ценозов экосистемы в ответ на хроническое антропогенное воздействие, то есть – об экологическом состоянии водоемов и отдельных их участков.

Многолетние комплексные микробиологические исследования грунтов верхневолжских и сопредельных с ними водохранилищ выявили этапность структурно-функциональных изменений микробных сообществ ДО проточных водоемов по мере возрастания антропоген-

ного воздействия. Характеристика бактериобентоса на отдельных типичных биотопах иллюстрирует 5 основных этапов таких изменений:

1. На хорошо аэрируемых участках водоемов и водотоков с фоновым уровнем загрязнений: общее количество бактерий минимально для данного типа ДО, сапрофиты не превышают 0.01% от ОКБ, численность индикаторных и анаэробных микроорганизмов очень низка, основной путь распада ОВ – аэробная минерализация.

2. Вблизи населенных пунктов, на участках поступления и накопления в ДО бытовых ОВ: численность аэробного бактериобентоса и интенсивность аэробной деструкции возрастают, регистрируются индикаторные и анаэробные группы бактерий, в распаде ОВ увеличивается доля анаэробных процессов. На первых двух этапах развитие микробных сообществ лимитируется количеством и составом  $S_{орг}$ , в ДО идут активные процессы «самоочищения».

3. Зоны влияния городов и крупных предприятий: возрастает ОКБ и доля анаэробной микрофлоры, увеличивается скорость анаэробных процессов, резко возрастает численность индикаторных групп бактерий, из ДО выделяются восстановленные соединения, ухудшающие качество воды – регистрируются процессы вторичного загрязнения. Функционирование бактериального сообщества ДО лимитируется Red/Ox условиями.

4. Акватории городов и портов вблизи поступления коммунальных и промышленных сточных вод: в донных сообществах преобладает анаэробная микрофлора, резко возрастает скорость образования  $CH_4$ ,  $H_2S$  и других восстановленных соединений, аэробные бактерии угнетены. Функционирование бактериобентоса лимитируется Red/Ox условиями и наличием токсикантов. Отложения служат мощным источником вторичного загрязнения.

5. Зона поступления токсичных техногенных отходов: деградация природных бактериобентосных сообществ, полное подавление активности аэробов, преобладание специфических групп микроорганизмов. Анаэробные процессы протекают не только в ДО, но и в придонной воде. Восстановление экосистемы возможно лишь при изъятии накопленных осадков.

#### Литература

*Дзюбан А.Н.* Численность бактерий и процессы превращения метана в донных отложениях водохранилищ Волги и Камы // Микробиология, 1998, т.67, вып.4, с.473–475.

*Дзюбан А.Н.* Микробиологические процессы круговорота органического вещества в донных отложениях водохранилищ Волжско-Камского каскада // Водные ресурсы, 1999, т.26, №4, с.262–271.

*Дзюбан А.Н.* Микробиологическая характеристика донных отложений Верхней Волги при антропогенном воздействии // Биология внутренних вод, 2006, №1, с.16–23.

*Дзюбан А.Н., Косолапов Д.Б., Копылов А.И., Крылова И.Н.* Рыбинское водохранилище в зоне влияния г. Череповца // Современная экологическая ситуация в Рыбинском и Горьковском водохранилищах: состояние биологических сообществ и перспективы рыборазведения. Ярославль: ЯрГТУ, 2000, с.161–168.

*Дзюбан А.Н., Косолапов Д.Б., Кузнецова И.А.* Микробиологические процессы в Горьковском водохранилище // Водные ресурсы, 2001, т.28, №1, с.47–57.

*Дзюбан А.Н., Крылова И.А.* Оценка состояния бактериопланктона и бактериобентоса Рыбинского водохранилища в районе г. Череповца // Биология внутренних вод, 2000, №4, с.68–79.

*Кузнецов С.И.* Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность. Л.: Наука, 1970. 440 с.

*Романенко В.И.* Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. М.: Наука, 1985, 295 с.

## ФОРМИРОВАНИЕ НАНОСОВ В РЕЧНЫХ УЧАСТКАХ РЫБИНСКОГО И ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

*Законнов В.В. \*, Касьянова В.В. \*\**

*\* Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова  
(ИБВВ РАН)*

*\*\* Ярославский государственный педагогический университет  
им. К.Д. Ушинского (ЯГПУ)*

Вопросы формирования, распределения и накопления донных отложений – важнейших элементов функционирования водных экосистем, разрабатывались в рамках Федеральной целевой программы «Возрождение Волги» и нашли свое отражение в многочисленных отчетах и публикациях (Законнов, 2007), а также были поддержаны грантом РФФИ «Гидроэкологические исследования малых рек бассейна Верхней Волги в связи с задачами оптимизации природопользования и реабилитации ландшафтов речных долин».

Цель работы – дать характеристику направленности и интенсивности осадкообразования в речных участках Волги, зарегулированных Рыбинским и Горьковским водохранилищами (многолетний аспект, мезомасштабный уровень), и в отдельных устьевых участках малых рек, впадающих в водохранилища, (сезонный аспект, микромасштабный уровень) в пределах Ярославской области.

За время существования Рыбинского и Горьковского водохранилищ на них проведено 4 и 3, соответственно, комплексных через 10–20 лет и специальных грунтовых съемок (табл. 1), во время которых определяли тип, толщину и распределение осадков по единым методикам, апробированным на водоемах Верхней Волги (Буторин, Зиминова, Курдин, 1975).

Таблица 1

Материалы грунтовых съемок

Водоохранилище	Год съемки	Число станций	Количество створов (разрезов)
Рыбинское	1955	41	10
	1965	80	18
	1978	90	20
	1992	84	20
Горьковское	1962	15	6
	1980	50	13
	1999	87	20

В результате использования мониторинговых полевых материалов, гидрометеорологической информации, проектной гидротехнической документации, общепринятых статистических методов и современного картирования (Arc GIS) выявлены характер распределения грунтового комплекса, и динамика темпов седиментации во времени и пространстве.

Выделение речных участков проводилось на основании морфометрических характеристик русла (длина, площадь, глубина, объем) и повышенных значений водообмена в них по сравнению с основной акваторией (табл. 2).

Таблица 2  
Основные показатели речных участков Рыбинского и Горьковского водохранилищ

Участок	Длина, км	Площадь, км <sup>2</sup>	Средняя глубина, м	Объем, км <sup>3</sup>	Коэффициент водообмена, год <sup>-1</sup>
Углич – Глебово	73	74	5,4	0,4	28,8
Рыбинск – Решма	300	285	5,3	1,5	22,2

Регулирование водного стока оказывает существенное влияние на интенсивность эрозионно-абразионных и седиментационных процессов. Степень этого воздействия зависит от режима эксплуатации гидроузлов, который включает естественные сезонные и искусственные сбросы воды в каскаде водохранилищ (Буторин, Зиминова, Курдин, 1975; Иконников, 1981; Литвинов, 2000).

Периодические сбросы воды в нижние бьефы приводят к изменению скоростного и уровневого режима потоков, что способствует размыву дна и берегов и выносу терригенной взвеси в основную акваторию, где она выпадает в осадок, формируя отложения различного гранулометрического состава.

Несмотря на многофакторность стохастических воздействий гидродинамических и гидрометеорологических процессов в подпертых или слабо подпертых нижних бьефах Угличского и Рыбинского гидроузлов, соответственно, в них сложились определенные закономерности трансформации грунтового комплекса, свойственные в целом для крупных равнинных водохранилищ (табл. 3):

1. Сокращение площадей трансформированных и реликтовых грунтов, которые представлены размытыми (обнаженными) почвами вплоть до иллювиального горизонта и выходами моренных доводохранилищных отложений – гальки, гравия, глин, в связи с их заносом вторичными осадками.

2. Увеличение площадей крупнодисперсных наносов, в основном песков различной крупности с хорошей гидравлической сортировкой слагающих их частиц (коэффициент сортировки –  $S_0 < 2$ ).

3. Тонкодисперсные отложения (песчанистые и глинистые илы), сформировавшиеся в начальной стадии существования водохранилищ, продолжают сохранять свои ареалы или испытывают флуктуации в результате воздействия природных или антропогенных факторов. Например, активизация берегоукрепительных работ в 70-х годах прошлого столетия привела к увеличению площадей илистых отложений в Горьковском водохранилище.

Таблица 3

Изменение площадей основных типов грунтов по результатам I–IV гидрологических съемок, %

Тип грунта	Рыбинское				Горьковское		
	I	II	III	IV	I	II	III
Трансформированные, реликтовые грунты	34	29	20	6	31	6	9
Крупнодисперсные наносы	61	65	73	87	46	51	58
Тонкодисперсные отложения	5	6	7	7	23	43	33

Распределение осадков тесно связано с интенсивностью их накопления (табл. 4). Так, в волжском отроге Рыбинского водохранилища в 1955 г. пески накапливались во всех интервалах глубин слоем до 5 см, а илистые отложения – в нижней части участка на глубинах > 14 м, толщиной 20 см. К 1992 г. скорость седиментации резко сократилась. Начался период трансседиментации (переотложения), в результате чего пески стали распространяться в виде крупных образований, состоящих из цепочек микроград на пологом склоне русла (5–14 м), толщиной до 18 см. Глинистые илы сезонного происхождения дислоцировались на перекатах в затонских частях нижних плесовых лощин.

Несколько иначе обстоят дела в Горьковском водохранилище. Несмотря на то, что средняя глубина участка и коэффициент водообмена практически равны, некоторые морфометрические показатели почти в четыре раза выше, чем в Рыбинском. Это привело к посте-

пенному уменьшению скорости седиментации. До 1980 г. наносы были представлены крупно- и среднезернистыми песками, совершенно не заиленными до г. Костромы. Ниже встречались илистые пески, а в прибрежье, где стоковые течения замедленные, накапливались глинистые илы в виде вдольбереговых прерывистых полос («гряд») шириной 30–40 м и длиной до 200 м. Съёмка 1999 г. показала, что в речной части по-прежнему преобладающим типом наносов являются пески из четко выраженных гряд, а илистые отложения из пунктирных полос превратились в сплошные, толщиной до 25 см.

Таблица 4  
Интенсивность осадконакопления в речных участках водохранилищ

Период, годы	Средняя толщина, см	Объем, км <sup>3</sup> · 10 <sup>-4</sup>	Масса, млн. т	Скорость седиментации в год		
				мм	тыс. т	кг · м <sup>-2</sup>
Рыбинское						
1941–1955	8,0	38,6	5,4	5,7	386	8,0
1955–1992	1,5	8,7	0,3	0,4	8	1,4
Горьковское						
1955–1980	5,7	153,8	12,2	2,3	488	1,8
1980–1999	2,3	58,2	6,0	1,2	316	1,2

Малые реки бассейна Верхней Волги, впадающие в водохранилища, зарегулированы бобровыми прудами и подразделяются на три типа: бездельтовые (Корожечна, Черемуха) – однорусловые; простые дельтовые (Юхоть, Которосль) – одно- и двух-рукавные, осложненные одним или несколькими островами; сложные дельтовые (Сутка) – многорукавные с большим количеством островов и подводных банок, сильно зарастаемых высшей водной растительностью. Гидрологический режим их во многом схож с основной рекой, однако масштаб проявления гидродинамических процессов несоизмеримо мал. По предварительным результатам первого года исследования проведено районирование русел рек, находящихся в зоне переменного подпора по условиям седиментации:

- 1-й район – зоны выклинивания подпора притоков 1 и 2 порядка;
- 2-й район – устьевые участки мелких рек 2 порядка;
- 3-й район – устьевые участки средних рек 1 порядка, впадающих в водохранилище (ранее в р. Волгу).

Для 1-го района характерен грядовый тип формирования тонкодисперсных отложений в литорали, а ложе основного русла представлено крупнодисперсными (песок, галька, камни) наносами и размытой материнской породой. Устьевые участки мелких рек 2-го порядка при НПУ заносятся тонкодисперсными отложениями сезонного происхождения (в основном весной), толщиной до 10 см. При понижении уровня воды на 2–3 м на осушенных мелководьях остаются размытые породы и песок. На глубинах более 5 м сохраняются плотные илестые пески и песчаные илы толщиной 5–7 см. Заостровные пространства и рукава интенсивно зарастают, что приводит к образованию макрофитных сплавин и отложений из отмерших водных растений. В устьевых участках средних рек, в затопленной русловой ложбине, начиная с пяти метровой изобаты накапливаются илестые отложения толщиной от 5 до 50 см (местами до 70 см), а на мелководьях – пески различной крупности с максимальной толщиной 30 см. В пределах водохранилища русловая ложбина сохраняется, она прорезает вдольбереговую песчаную отмель и заполняется илестым песком, а местами песчаным илом.

Таким образом, изменения рельефа дна и структуры наносов речных участков (главной реки и малых рек), находящихся в зонах переменного подпора, проходят все стадии формирования ложа и берегов равнинных водохранилищ – от активного размыва берегов и дна к постепенному затуханию абразионной деятельности, и от интенсивной седиментации к пассивной. Эти изменения охватывают период в несколько десятков лет, при этом грядовый характер рельефа дна вновь приходит в соответствие с внутривековой цикличностью осадкообразования, определяемой временем стабилизации гидродинамических процессов в зарегулированных реках.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ, проект № 07-05-00470.

#### Литература

*Буторин Н.В., Зимина Н.А., Курдин В.П.* Донные отложения верхневолжских водохранилищ. Л.: Наука, 1975. 160 с.

*Законнов В.В.* Осадкообразование в водохранилищах Волжского каскада // Автореф. дис. . . . докт. геогр. наук. М., 2007. 39 с.

*Иконников Л.Б.* Динамика берегов в нижних бьефах гидроузлов. М.: Наука, 1981. 75 с.

*Литвинов А.С.* Энерго- и массообмен в водохранилищах Волжского каскада. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2000. 83 с.

## ТЕРАТОМОРФЫ РОГОЗА ШИРОКОЛИСТНОГО *ТУРНА LATIFOLIA L.*

*Краснова А.Н.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

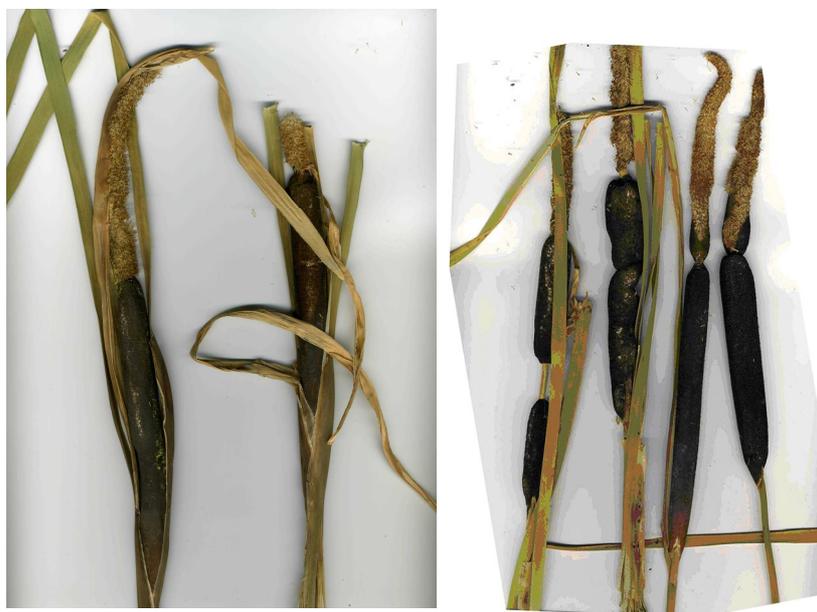
Изучая гидрофильную флору на техногенно-трансформированных водоёмах Вологодского Поозерья в 2006 г. в окрестностях оз. Воже в популяциях рогоза широколистного обнаружено большое количество тератоморф локализованных в вегетативных и генеративных органах. Экологическая обстановка следующая: окрестности озера представляют болото сфагнового типа. Через торфяник к озеру была проложена дорога. Торф был отсыпан щебнисто-мергелистым грунтом. По обеим сторонам дороги образовались канавы, которые и были сплошь заняты рогозами. В популяции *Typha latifolia* были взяты образцы тератоморф.

О тератах, в основном в соцветии (пестичном початке) рогозов, сообщалось ранее (Кренке, 1947; Краснова, Кузьмичев, 2005). Были описаны и обобщены в группы тераты рогозов широколистного, узколистного, Лаксмана, собранных в Вологодской и Ярославской областях, обнаруженные в гербарных коллекциях *LE* (БИН, СПб) и *KW* (ИБ НАН Украины).

Материалом данной работы послужили гербарные экземпляры аномальных особей *T. latifolia*, собранные, как указывалось выше, в окрестностях оз. Воже (Вологодской области). Для анализа отбирали все имеющиеся тератоморфы, которые затем сравнивали с нормально развитыми растениями и классифицировали (Слепян, 1979).

У нормально развитых особей *T. latifolia* листья очередные, цельные, широколинейные  $0.9-20\pm 1$  мм, отходят от основания цветоносного стебля, не превышают соцветие. В литературе их еще называют стеблевыми листьями. Влагалища листьев сомкнуты, плотно обхватывают цветоносный стебель. Ушки прямые, равноуровненные с широкопленчатым краем  $2-3\pm 1$  мм. Соцветие представляет початок (*sradix*), состоящий из двух початков: верхнего – тычиночного (мужского) и нижнего – пестичного (женского), расположенных на соцветной оси друг над другом. Промежуток отсутствует. Брактеей при початках опадают. Тычиночный початок после созревания и высыпания пыльцы распадается, оставляя рубец на соцветной оси. Пестичный початок сохраняется дольше. Распадается в октябре-ноябре в южных районах и часто зимует в северных.

У аномальных особей *T. latifolia* тератоморфы локализуются в обоих органах растения. В вегетативных: а) наличие промежутка между початками < 0.3-0.5 см; б) брактей имеются только в тычиночном (их несколько, разной длины и ширины) или пестичном початках, брактей разной формы, разной длины и ширины, но всегда длиннее и шире, чем у нормальных особей; в) сужение листовой пластинки (узколинейность), нарушение листорасположения – скученность листьев под пестичным початком; г) недоразвитие листовых влагалищ, отсутствие ушек, если ушки имеются, то очень короткие и узкопленчатые (пленчатый край >1 мм), ушки разноуровневные (рис. 1, А).



А

Б

Рис. 1. Тератоморфы *Typha latifolia*  
А – вегетативные, Б – генеративные

В генеративных органах (в соцветии): а) тычиночный початок после созревания и высыпания пыльцы распадается не сразу, початки разной формы и их всегда больше, чем у нормальной особи (от двух до пяти), рыхлые, разной длины и ширины; тычинки длиннее, у не-

которых экземпляров наблюдается отсутствие околоцветных волосков; б) пестичные початки разной формы, длины и ширины, разной окраски (от темно коричневых до бурых), плодуций пестичный цветок разной длины, рыльце от линейного до узколинейного или обратнотройцевидного и слабо городчатого по краю, волоски гинофора (околоцветные волоски) короче рыльца, завязь на ножке разной длины; карподии (стерильные женские цветки) то узкобулавовидные, то узкоклинновидные, вверху округлые или тупые, слабоокрашенные (рис. 1, Б).

Отмеченные элементарные морфологические аномалии гипогенезия (характеризующийся недоразвитием органов или частей), дистопия (смещение органов), полимеризация (увеличение числа органов).

Появление тератоморф связано с антропогенной трансформацией гидрофильной флоры Вологодского Поозерья, сменой характерных региональных видов, в первую очередь доминантов. Тераты всегда генетически предопределены (Федоров, 1958а, 1958б; Агаев, 1978; Бурда, 1991). Их образование обусловлено разными причинами. Загрязнение среды, когда перекрываются адаптационные возможности, вызывают ответные реакции растений (Бурда, 1991). В подобных стрессовых ситуациях редкие виды исчезают, полиморфные и широкоареальные адаптируются к новым условиям, образуя тератоморфы, тераты. Тераты возникают неожиданно и резко отличаются от нормальных особей. Впоследствии качественные изменения приводят к появлению разного рода гибридов, техно-видов.

В природной обстановке в локальных популяциях *T. latifolia*, находящихся на северной границе ценофитического и экологического ареалов, имеет место острая конкуренция с миграционными потоками популяций других видов рогозов или их гибридов. Исследования показали, что возникновение любых аномалий у растений не беспредельно, хаотично, а имеет твердую генетическую основу (Тахтаджан, 1966; Агаев, 1978; Назаренко, 2002; Тохтарь, 2005). Тератоморфы, будучи крайними отклонениями, от нормы, несут в себе информацию эволюционного плана. Изучение тератоморф в роде *Typha* представляет интерес при анализе морфологической эволюции растений, определения степени влияния загрязнений на гидрофильную флору. С другой стороны, в условиях антропогенного пресса, адаптируясь к новым условиям, создают предпосылки формирования флоры техногенного типа.

Выводы. В техногенно нарушенных местообитаниях в окрестностях озера Воже (Вологодская область), в популяциях рогоза широко-

колистного *T. latifolia*, выявлены и классифицированы морфологические аномалии: гипогенезия, дистопия, полимеризация. Это свидетельствует о глубоких изменениях гидрофильной флоры под влиянием технического прогресса, на что прежде исследователи не обращали серьезного внимания.

#### Литература

*Агаев М.Г.* Экспериментальная эволюция (на примере модельных популяций автогамных растений). Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. 272 с.

*Бурда Р.И.* Антропогенная трансформация флоры. Киев: Наукова думка, 1991. 168 с.

*Краснова А.Н., А.И. Кузьмичев.* Тераты (морфологические аномалии) в роде рогоз – *Typha* L. // Биология внутренних вод, 2005, №2, с. 7-11.

*Кренке Н.П.* Химеры растений. М.-Л.: АН СССР, 1947. 386 с.

*Назаренко А.С.* Опыт создания классификационной схемы тератоморф растений юго-востока Украины // Промышленная ботаника, 2002, вып.2, с.32-36.

*Слепян Э.И.* Тератогенные факторы среды и тератогенез у растений // Экологическое прогнозирование. М.: Наука, 1979, с.186-210.

*Тахтаджян А.Л.* Система и филогения цветковых растений. М.-Л.: Наука, 1966. 611 с.

*Тохтарь В.К.* Новые находки синантропных видов на юго-востоке Украины // Промышленная ботаника. Донецкий ботанический сад НАН Украины. Донецк, 2005, вып.5, с.61-66.

*Федоров А.А.* Тератология и формообразование у растений. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1958а. 28 с.

*Федоров А.А.* Тератогенез и его значение для формо- и видообразования у растений // Проблема вида в ботанике. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1958б, с.212-222.

## ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ГИДРОФИТО- ЦЕНОСИСТЕМ ОЗЕР ЗОНЫ КРАЕВЫХ ОЛЕДЕНЕНИЙ ЯРОСЛАВСКОГО И ВОЛОГОДСКОГО ПООЗЕРИЙ

*Кузьмичев А.И.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

В статье проанализирована структура озерных фитоценосистем зоны краевых оледенений Ярославского и Вологодского Поозерий.

Прежде чем перейти к самой теме целесообразно рассмотреть некоторые теоретические положения, связанные с изучением гидрофитов, под последними понимаются группа цветковых или покрытосемянных растений. Водные растения, часто называемые гидрофитами составляют гидрофитобиоту. Гидрофильные растения исходно не являются водными. Это наземные формы, в ходе длительного развития, в разной степени адаптированные к полуводному, реже водному образу жизни. Существующие на этот счет классификации гидрофитов по отношению к водной среде, в настоящее время не являются бесспорными. Гидрофиты в структуре растительного покрова как объект и предмет исследований входят в круг вопросов болотоведения. Последние с точки зрения теории и методологии представляют развитую науку с мощным слоем интеллектуальной элиты, развитым понятийно-терминалогическим аппаратом, и другими признаками. Болотоведение как объект исследований многое в себя включает, в том числе и гидрофильные сосудистые растения водоемов разных типов. Непризнание этого очевидного факта завело в тупик гидроботаников. Обосновывая гидроботанику, как конгломерат гидрофильных компонентов геоботаники, систематики, физиологии, анатомии, морфологии и других. Так научные дисциплины не формируются, что и показала последующая история изучения гидрофитов. Следует исходить из признания, что гидрофиты и наука их изучающая, является частью болотоведения. Вместе с тем остается обширное информационное поле для более глубокого изучения специфики гидрофитов, как объекта и предмета специальной науки. Другого выхода нет. Наука о гидрофитах не является изолятом.

Озера краевых оледенений представляют геоморфологические образования, связанные с эрозионной деятельностью ледниковых потоков при таянии материковых льдов. Потоки талых вод, увлекающие разный по механическому составу материал, создавали разные формы рельефа, в их числе и озера. В центральных районах севе-

ра Европейской России они занимают значительные по площади водоемы, с чем и связано их название. Следует отметить что, не все водоемы чисто ледникового происхождения. Некоторые из них унаследовали доледниковые формы. Примером может быть озеро Плесеево (Ярославское Поозерье), озеро Сиверское (Вологодское Поозерье). Большинство водоёмов Поозерий – евтрофные, реже мезотрофные и олиготрофные. Они возникли по разным данным 12 и более тысяч лет назад, многие озера, оказались спущенными и стали заболачиваться и заторфовываться.

Гидрофитобиота озёр зоны краевых оледенений по ряду показателей отличается от водоемов других типов (Краснова, 1999; Кузьмичев, Краснова, 1989; Кузьмичев и др., 1990).

1. В ботанико-географическом отношении водоёмы представляют флоры-изоляты. Межпопуляционный обмен материалом затруднен. Это связано с их приуроченностью к более высоким уровням залегания в рельефе в сравнении с пойменными экосистемами. Здесь особый гидрологический и гидрохимический режим, сдвинутый в сторону олиготрофии. Этим обстоятельством объясняется нахождение в составе гидрофитобиоты *Isoetes lacustris* L., *Lobelia dortmanna*, олигомезотрофные популяции *Phragmites australis*, *Stratiotes aloides*, экогенетически связанными с чистыми олиготрофными водоемами.

2. Фитоценосистемы озёр ледникового происхождения в современной структуре сохраняют в себе следы раннеголоценового заселения растительными организмами. Это выражается в их спорадичности распределения растений. Однажды заняв тот или иной экотоп, популяции гидрофитов удерживаются в течение голоцена. В этом отношении популяции носят автохтонный характер в отличие от пойменных водоемов.

3. Продромус растительности озёр

Класс *Lemnetea* R. Tx. 1955

Порядок *Lemnetalia* R. Tx. 1955

Союз *Lemnion minoris* R. Tx. ex de Bolòs et Masclans 1955

Асс. *Lemno-Spirodeletum polyrhizae* W. Koch 1954

Союз *Lemnion trisulcae* den Hartog et Segal 1964

Асс. *Lemnetum trisulcae* Kelh. Ex Knapp et Stoffers 1962

Порядок *Hydrocharitetalia* Rùbel 1933

Союз *Hydrocharition* Rùbel 1933

Асс. *Stratiotetum aloides* Passarge 1964

Асс. *Potamo-Ceratophylletum demersi* (Hild et Renhelt 1965) Pass. 1995

Класс *Potamogetotea* Klika 1941

Порядок *Potamogetonetalia* W. Koch 1926

Союз *Potamion* (W. Koch 1926) Oberd. 1957  
 Acc. *Elodeetum canadensis* Egger ex Pass. 1964  
 Acc. *Myriophylletum spicati* Soò 1927  
 Acc. *Potametum perfoliati* W. Koch 1926  
 Acc. *Potametum lucentis* Hueck 1931  
 Acc. *Potametum pectinati* Carstensen 1955  
 Acc. *Potametum graminei* W. Koch 1926  
 Acc. *Potametum compressi* Tomasz. 1979  
 Союз *Nymphaeion albae* Oberd. 1957  
 Acc. *Potamo-Nupharetum pumili* Oberd. Ex Müller et Görs 1960  
 Acc. *Nupharo lutei-Nymphaeetum candidae* Georgiev et Solm. 1987  
 Acc. *Potamo-Nymphaeetum candidae* Hejný 1978  
 Сообщество *Nymphaeetum tetragoni*  
 Acc. *Potamo-Nupharetum lutei* Müller et Görs 1960  
 Acc. *Polygono-Potametum natantis* Soò 1964  
 Acc. *Potameto-natantis-Nymphaeetum candidae* Hejný (1948) 1978  
 Acc. *Potametum natantis* Soò 1927  
 Порядок *Callitricho-Batrachietalia* Passarge 1978  
 Союз *Batrachion aquatilis* Passarge 1964  
 Acc. *Batrachietum circinati* Segal 1965  
 Класс *Phragmiti-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941  
 Порядок *Phragmitetalia* W. Koch 1926  
 Союз *Phragmition communis* W. Koch 1926  
 Acc. *Butometum umbellate* (Konczak 1968) Philippi 1973  
 Acc. *Butomo-Eleochariteta palustris* Golub et Losev 1990  
 Acc. *Butomo-Sagittarietum sagittifoliae* Losev et Golub 1988  
 Acc. *Equisetetum fluviatilis* Steffen 1931  
 Acc. *Glycerietum maximae* Hueck 1931  
 Acc. *Phragmitetum communis* Savich 1926  
 Acc. *Scirpetum lacustris* Schmale 1939  
 Acc. *Scolochloetum festucaceae* Rejewski 1977  
 Acc. *Sparganietum erecti* Roll 1938  
 Acc. *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953  
 Acc. *Typhetum latifoliae* G. Lang 1973  
 Порядок *Magnocaricetalia* Pignatti 1953  
 Союз *Magnocaricion elatae* (Br.-Bl. 1925) W. Koch 1926  
 Acc. *Caricetum acutae* Tx. 1931  
 Acc. *Comaretum palustris* Markov et al. 1955  
 Acc. *Menyanthetum trifoliatae* Osvald 1923  
 Порядок *Oenanthetalia aquatica* Hejný in Kopecky et Hejny 1965  
 Союз *Oenanthetalia aquatica* Hejný 1948

Асс. *Eleocharitetum palustris* Schennikov 1919  
Асс. *Sagittario-Sparganietum emersi* Тх. 1953  
Класс *Littorelletea uniflora* Br.-Bl. et R. Тх. 1943  
Порядок *Littorelletalia* W. Koch 1926  
Союз *Littorellion uniflorae* W. Koch 1926  
Асс. *Eleocharitetum acicularis* W. Koch 1926  
Класс *Charetea* Fukarek 1961  
Порядок *Charetalia* Sauer 1937  
Союз *Charion fragilis* Krausch 1964  
Асс. *Charetum fragilis* Krausch 1964

Сообщества гидрофильной растительности озёр зоны краевых оледенений описаны впервые. Они отражают региональные особенности и современное состояние гидрофитобиоты. Структуру подчеркивают широкоареальные сообщества гидрофитов *Phragmitetum communis*, *Scirpetum lacustris*, *Potametum perfoliati*, *Potametum lucentis*, *Nymphaeetum candidae*, *Nupharetum luteae*.

Современный период развития гидрофитобиоты данной территории характеризуется нарастанием антропогенного пресса, на что указывают сообщества *Elodeetum canadensis*. Не занимают больших площадей сообщества *Stratiotetum aloides*, *Batrachietum circinati*, *Polygono-Potametum natantis*, и другие, находящиеся за пределами экологическо-ареальных ареалов. К узкоареальным сообществам относятся *Isoëto-Lobelietum*, *Potamo-Nupharetum pumili*, *Nymphaeetum tetragoni*, *Sagittario-Sparganietum emersi*, *Butomo-Sagittarietum sagittifolii*, сохраняющие следы послеледниковой истории заселения и формирования гидрофильной растительности.

Привожу характеристику наиболее распространенных ассоциаций.

Асс. *Lemnetum trisulcae*. Наибольшие площади занимают на заиленных участках озер со слабо текущими водами. Глубины 70–100 см. Общее проективное покрытие (ОПП) до 100%. Участие *Lemna trisulca* 70–90%. Ряска формирует подводный ярус. Отмечены (по 10–15%) каждый *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton perfoliatus*, *P. compressus*, *Myriophyllum spicatum*, единично встречаются *Potamogeton natans*, *Spirodela polyrrhiza*, *Elodea canadensis*.

Асс. *Stratiotetum aloides*. Формирует полосы 15–25 м. Предпочитают защищенные от ветра и волнения участки. Глубина 70–150 см. ОПП 95–100%. Отмечены *Elodea canadensis* (15–20 %), *Lemna trisulca* (10–15), *Nuphar lutea* (15–20), *Hydrocharix morsus-ranae* (10–15%), выступающие в качестве субдоминантов. Единично встречаются *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton perfoliatus* и др.

Асс. **Potamo-Ceratophylletum demersi**. Наибольшее участие принимают на заиленных заболачивающихся участках с медленным течением и высокой прозрачностью. Глубины до 100–150 см. Формируют подводные луга. ОПП 100% за счет перекрытия с участием *Ceratophyllum demersum* 90–100%, отмечены *Myriophyllum spicatum*, *Elodea canadensis*, *Lemna trisulca* (до 10–20% каждого).

Асс. **Potametum perfoliati**. Образует заросли на глубинах 20–100 см. ОПП 80–100%, участие *Potamogeton perfoliatus* 15–70%. Из других видов чаще встречаются *Lemna trisulca*, *Potamogeton natans*, *P. compressus*, *P. lucens*, *P. friesii*, *Ceratophyllum demersum* и др.

Асс. **Potamo-Nupharetum lutei**. Приурочены к обедненным грунтам. Глубины 120–350 см. ОПП 60–100%. Участие *Nuphar lutea* до 60–70%, редко больше. Отмечены *Lemna trisulca*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton perfoliatus* и др.

Асс. **Batrachietum circinati**. Образуют компактные пятна на глубинах > 100 см. ОПП 60–70%, участие *Batrachium aquatile* 50–60%, *B. circinatum* до 10%. Отмечены *Potamogeton perfoliatus* с участием (до 5–15%), единично встречаются *Nuphar lutea*, *Potamogeton lucens*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Phragmites australis* и др.

Асс. **Butometum umbellate**. Отмечены в заливах, на мелководьях, реже на песчаных косах. Глубины 5–100 см. Характерные сообщества на заливных приозерных лугах. ОПП 50–60%, участие *Butomus umbellatus* 70–90%. С участием до 5–10 % каждого отмечены *Sagittaria sagittifolia*, *Lemna trisulca*, *Persicaria amphibia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Oenanthe aquatica*, *Eleocharis palustris*, *Glyceria maxima*, *Sium latifolium*, *Equisetum fluviatile*, *Phragmites australis* и др.

Асс. **Equisetetum fluviatilis**. Обычно сообщества монодоминантные. Глубины 50–100 см., высота травостоя 110–130 см. ОПП 40–60(70), *Equisetum fluviatile* 25–50%. В полосе контакта с воздушно-водными видами в примеси до 5–12% отмечены *Phragmites australis*, *Scolochloa festucacea*, *Potamogeton perfoliatus* и *Glyceria maxima*.

Асс. **Phragmitetum communis**. Часто сообщества монодоминантные (subpurum), представленные единственным *Phragmites australis*. Высота травостоя достигает в благоприятных условиях 200–300 см на глубинах 50–150 см. ОПП 30–95%. Единично отмечены в зоне контакта с соседними сообществами *Carex acuta*, *Agrostis stolonifera*, *Lythrum salicaria*, *Scutellaria galericulata*, *Glyceria maxima*, *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *Persicaria amphibia*, *Equisetum fluviatile*, *Eleocharis acicularis*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*, *Potamogeton perfoliatus*, *P. gramineus*.

Асс. *Typhetum latifoliae*. Располагаются пятнами, полосами. Глубины 1–50 см. ОПП 100%, участие *Typha latifolia* 85–90%. Из других видов с участием каждого до 2–5% отмечены *Typha latifolia*, *Phragmites australis*, *Equisetum fluviatile*.

Асс. *Caricetum acutae*. Нередко занимают большие площади и переходят в болотистые луга. Глубины 10–40 см. Высота травостоя может достигать 90–120 см. ОПП 80–90%, участие осоки острой 30–80%. Значительна примесь других видов. Отмечены с участием каждого от 2–10% *Eleocharis palustris*, *Carex nigra*, *Equisetum fluviatile*, *Ranunculus lingua*, *Alisma plantago-aquatica* и др.

#### Литература

Краснова А.Н. Структура гидрофильной флоры техногенно-трансформированных водоёмов Северо-Двинской водной системы. Рыбинск, 1999. 200 с.

Кузьмичев А.И., Краснова А.Н. Флора и растительность озёр Северо-Двинской водной системы // Ботанический журнал, 1989, т.74, №3, с.358-366.

Кузьмичев А.И., Экзерцев В.А., А.Н. Краснова и др. Флора и растительность озёр Ярославской области // Флора и продуктивность пелагических и литоральных фитоценозов водоемов бассейна Волги. Л., 1990, вып.59(62), с.50-94.

## ВОДОХРАНИЛИЩА: ЗА И ПРОТИВ

*Литвинов А.С.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

Среди большого количества проблем, которые стоят сегодня перед человечеством, наиболее актуальны социальная, экологическая, продовольственная и водная. Три первых из них не могут быть решены, если не будет найдено приемлемое решение водных проблем.

Общее количество воды на Земле измеряется огромной цифрой – 1386 миллионов км<sup>3</sup>. Но, к сожалению, пресной воды необходимой человеку для жизни на Земле всего 2.5%, из них 2/3 законсервированы в ледниках и снежниках. Используемые для различных нужд речные воды составляют только 0.0002% от общих запасов воды и распределяются они очень неравномерно. На большинстве рек мира свыше 60%, а на ряде рек аридных зон более 90% годового стока приходится на период половодья, т.е. только на 2-3 месяца (Шикломанов, 1979; Мишон, 1996).

Но водные проблемы обостряются не только из-за того, что во многих районах Земли пресной воды недостаточно. В результате хозяйственной деятельности реки и озера загрязняются – качество воды не соответствует условиям жизнеобитания водных организмов, она становится непригодной не только для питья, но и для нужд сельского хозяйства и промышленности.

Во всем мире проблемы промышленного и коммунального водоснабжения решаются как правило путем регулирования речного стока водохранилищами. Аккумулируя половодный сток водохранилища обеспечивают водоснабжение городов, как правило снижают цветность, мутность, запах, бактериальную загрязненность воды, и, соответственно, уменьшают затраты на ее очистку (Хубларян, 1990).

В то же время, создание водохранилищ вызывает резкие споры как среди специалистов, так и весьма негативное отношение жителей тех регионов, кому приходится переселяться из зон затопления и переработки берегов. Однако остановить гидростроительство и создание водохранилищ не удалось ни в одной стране мира. К концу XX века на земле эксплуатировались уже более 60 тысяч водохранилищ, а их общий объем превысил 6500 км<sup>3</sup> (Авакян и др., 1987).

По мнению одного из ведущих исследователей водохранилищ, покойного Артура Борисовича Авакяна (1998), основными целями строительства водохранилища, можно назвать следующие:

- уменьшение или полное устранение вредных явлений природы – наводнений, маловодья, селей;

- перераспределение стока между сезонами года и годами различной водности, организация акваторий для обводнения городов, развития рекреации, водного транспорта и др.;

- улучшение природных условий прилегающих территорий и вовлечение в хозяйственное использование непродуктивных земель путем аккумуляции на них водных ресурсов и повышение биологической продуктивности водной среды (для рыболовства и рыбоводства);

- практическое использование потенциальных гидроэнергетических ресурсов и обеспечение гарантированной мощности ГЭС;

- обеспечение гарантированных глубин для водного транспорта в течение всего навигационного периода.

В тоже время из-за многообразия воздействий водохранилищ на природу и хозяйство трудно однозначно разграничить положительные и отрицательные последствия их создания (Лукьяненко, 2006). Влияние водохранилищ проявляется по-разному в различных природных зонах и экономических регионах. Главное и коренное противоречие – это противоречие между интересами тех отраслей хозяйства, для которых водохранилища создаются, и интересами населения и отраслей хозяйства, страдающих от затопления, подтопления, переработки берегов и других негативных явлений. Но существует и другая группа противоречий – противоречия между различными отраслями хозяйства, заинтересованными в регулировании стока. Требования отдельных хозяйственных отраслей к степени регулирования стока, месту расположения плотин, режиму уровней часто вступают в резкие противоречия. Немалую роль в негативном отношении к водохранилищам сыграли публикации в широкой прессе, в которых приводились искаженные данные из-за недостаточной осведомленности авторов в затрагиваемых вопросах.

В последнее время в прессе все чаще появляются публикации о спуске водохранилищ Волжско-Камского каскада и в частности Рыбинского водохранилища. К чему приведет ликвидация Волжско-Камского каскада водохранилищ?

При его ликвидации из Единой энергосистемы Европейской части России будет изъято 12 миллионов киловатт установленной мощности и более 35 миллиардов киловатт-часов годовой выработки электроэнергии подключаемой в наиболее напряженные часы работы энергосистемы. Какие средства потребуются на компенсацию этих потерь?

Весь грузооборот Единой глубоководной системы Европейской части России придется переводить с относительно дешевого водного транспорта на железнодорожный и автомобильный, поскольку современные суда водоизмещением 5000 тонн с глубокой осадкой придется поставить на прикол или пустить на металлолом.

В волжском бассейне проживает около 60 миллионов человек, в том числе 45 миллионов горожан, производится 45% промышленной продукции России. На территории волжского бассейна насчитывается 426 городов, в том числе около 8 городов с населением свыше 1 млн. человек. Ликвидация водохранилищ потребует полного переустройства их водоснабжения и транспортного обеспечения.

В низовьях Волги в зонах затопления при прохождении высоких половодий (с расходами до 45 000 м<sup>3</sup>/с) окажутся десятки тысяч различных сооружений, эксплуатация которых приспособлена к нынешнему режиму уровней.

В меженные периоды (8-9 месяцев в году) на десятилетия Волга и Кама превратятся в сточные канавы, поскольку объем поступления сточных вод в Волгу в течение года составляет 21-23 км<sup>3</sup> (около 9% годового стока реки) из них более 50% недостаточно очищенных, а 2 км<sup>3</sup> без всякой очистки. Кроме того, в воду попадут загрязнения в настоящее время покоящиеся на дне водохранилищ.

Несколько слов о Рыбинском водохранилище. Оно работает в системе Волжско-Камского каскада в режиме многолетнего регулирования стока верхней Волги, являясь водохранилищем комплексного назначения, используется многими отраслями хозяйства, приоритетными из которых в настоящее время являются водоснабжение, водный транспорт, энергетика и рекреация.

Занимая центральное положение на водных путях Единой глубоководной транспортной системы Европейской части России, Рыбинское водохранилище связывает порты Балтийского, Северного, Каспийского, Черного и Азовского морей. Рыбинская ГЭС с начала своего существования дала в Единую Энергетическую Систему более 50 млрд. кВт·ч. гидроэлектроэнергии.

Современное состояние системы Рыбинского водохранилища отмечено рядом негативных явлений: подтопление, переработка берегов, мелководья, ухудшается состояние ихтиофауны. В нынешних рыночных условиях ухудшается использование земельного и лесного фонда.

Итак, к чему мы придем при спуске водохранилища? Прежде всего, к общенациональному кризису водного транспорта. На Волжский каскад приходится около 70% грузооборота речного транспорта страны. На всем протяжении от устья до г. Твери гарантируемые для судоходства глубины составляют в настоящее время 4 м. Все это позволяет проходить судам грузоподъемностью до 5 тыс. тонн и секционным караванам до 15-18 тыс. тонн. Если спустить водохранилище, то все перевозки придется переложить на железнодорожный и автомобильный транспорт. Это потребует дополнительных затрат в размере 1.5-2 триллионов рублей, не говоря об «омертвлении» капита-

ловложений в Волго-Балтийский водный путь, канал им. Москвы, а также во флот, причальные и портовые сооружения.

Спуск Рыбинского водохранилища потребует полного переустройства водоснабжения многочисленных населенных пунктов и предприятий в таких городах как Череповец, Рыбинск, Ярославль. Колоссальные средства потребуются для защиты от наводнений городов расположенных ниже Рыбинского гидроузла и в первую очередь Рыбинска и Ярославля. Не сможет справиться с пропуском весеннего половодья в многоводные годы и Горьковский гидроузел.

Если кое-кто полагает, что, спустив Рыбинское водохранилище, мы вновь получим заливные луга с прекрасными пастбищами и лесные дубравы, то он глубоко ошибается. В настоящее время около половины площади дна водохранилища занято песком и илистым песком, около 20% размытыми, малопродуктивными почвами и около 24% тонкодисперсными отложениями (илами), занимающими наиболее глубокие участки водохранилища.

Спустив водохранилище, мы получим 4550 км<sup>2</sup> пустынного пространства, лишенного какой бы то ни было инфраструктуры: отсутствие населенных пунктов, дорог, линий электропередач, связи и прочего.

За период существования водохранилища неоднократно поднимался вопрос об изменении отметки его НПУ. В 1953 г институтом «Гидроэнергопроект» была рассмотрена возможность повышения отметки НПУ в пределах 0.5-2.0м. Исследование народохозяйственной и экологической ситуации показало нереальность и неэффективность любого повышения уровня водохранилища.

В конце 80-х минувшего столетия годов в связи с многочисленными выступлениями в печати с предложениями о снижении отметки НПУ Рыбинского водохранилища экспертная подкомиссия Государственной экспертной комиссии Госплана СССР по «Схеме улучшения технического состояния и благоустройства Рыбинского водохранилища» (Постановление № 9 от 10 июня 1987 г.) показала к каким народохозяйственным и экологическим последствиям приведет снижение отметки НПУ Рыбинского водохранилища до 99.5 м (минимальный навигационный уровень), и отклонила это предложение как неэффективное, несущее большой экономический, социальный и другой ущерб стране.

В период 1995-2001 гг. Инженерным научно-производственным центром «Союзводпроект» по заданию Роскомвода России и Управления эксплуатации шекснинского и Рыбинского водохранилища выполнялось технико-экономическое обоснование (ТЭО) под названием «Целесообразность и возможность изменения отметки НПУ Рыбинского водохранилища. Выбор оптимальной отметки НПУ»

(2001). В работе принимало участие 20 субподрядных организаций, в том числе и Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. В ТЭО было рассмотрено влияние возможного понижения отметки НПУ Рыбинского водохранилища на 0.5-1.0 м на техно-природный комплекс Рыбинского водохранилища и на водохозяйственное и водноэнергетическое использование его регулирующего объема на Горьковском и Чебоксарском водохранилищах.

Результатом этой работы явилось решение о необходимости сохранения отметки НПУ 101.81 м БС (на проектном уровне). Снижение НПУ даже на 0.5 м приведет к изменениям в техно-природном комплексе водохранилища.

Таким образом, спуск Рыбинского водохранилища (как и всех водохранилищ Волго-Камского каскада) или изменение его отметки не только не решит никаких экологических и хозяйственных проблем, но и приведет к разрушению сложившихся за десятилетия водохозяйственных, энергетических и транспортных систем, потребует колоссальных вложений на их переустройство не только в регионе водохранилища, но и в целом по России.

#### Литература

*Авакян А.Б.* Волга в прошлом, настоящем и будущем. М.: «Экспрес-3М», 1998.

*Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шаранов В.А.* Водохранилища. М.: Мысль, 1987.

*Лукьяненко В.И.* Негативные и позитивные последствия строительства равнинных водохранилищ в бассейне Волги // Научные аспекты экономических проблем России (труды II Всероссийской конференции под ред. акад. Ю.А.Израэля). М., 2006, с.296-300.

*Мишон В.М.* Поверхностные воды Земли. Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1996.

*Целесообразность и возможность изменения отметки НПУ Рыбинского водохранилища.* Выбор оптимальной отметки НПУ. (ТЭО). Сводная записка. Книга 1. Москва, 2001.

*Хублярян М.Г.* Водные ресурсы: рациональное использование и охрана. М.: Знание, 1990.

*Шикломанов В.М.* Антропогенные изменения водности рек. Л.: Гидрометеиздат, 1979.

## **МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ МОЛОГИ**

*Литвинов А.С., Законнова А.В.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина  
(ИБВВ РАН)*

В настоящее время все большее внимание уделяется исследованиям естественных и антропогенных факторов изменения климата и природной среды Земли в целом и их регионального отражения. Происходящие в течение XX столетия процессы потепления климата в масштабе всей планеты, привели к повышению средней глобальной температуры воздуха к середине 70-х годов прошлого столетия на 0.5°C по сравнению с концом XIX века. Произошли изменения и циркуляционных процессов в атмосфере и, как следствие, региональной температуры воздуха и соотношения тепла и влаги, которые оказывают основное влияние на формирование стока рек и во многом определяют его годовую изменчивость.

Существует два механизма влияния изменения термического режима на закономерности формирования стока: непосредственное влияние температуры воздуха как одного из основных метеорологических факторов и опосредованное – через изменение комплекса условий подстилающей поверхности. Оценка влияния второго механизма затруднена из-за недостаточной изученности воздействия факторов подстилающей поверхности на сток (Зайцева, 1996).

Для анализа многолетних изменений климатических характеристик, сезонного и годового стока р. Мологи в работе использованы инструментальные наблюдения Рыбинской ГМО на береговых метеостанциях водохранилища: Пошехонье–Володарск (1936–2005 гг.), Брейтово (1950–2003 гг.), Переборы (1947–2005 гг.) и расходы воды у г. Устюжна за период 1945–2004 гг., а также материалы лаборатории гидрологии и гидрохимии ИБВВ РАН.

Бассейн р. Мологи представляет собой равнину, местами холмистую: средняя высота – 160 м, уклон – 0.19%. Площадь водосбора реки в створе Устюжна – 19666 км<sup>2</sup>, длина 456 км, озерность – 2, заболоченность – 7, лесистость – 45%. Объем стока левобережного притока р. Чагоды не учитывался.

Исследование многолетних рядов (54–68 лет) температуры воздуха на побережье Рыбинского водохранилища – главного индикатора изменения климата – показало ее устойчивый рост в течение 1947–

2005 г. (рис. 1). Повышение среднегодовой температуры на западном (с. Брейтово) и южном (п. Переборы) побережье водохранилища составило 1.2°C. При этом, за холодный период года (ноябрь – март) она повысилась почти на 2.0°C, тогда как за теплый (апрель – октябрь) – только на 0.7°C, при максимальной амплитуде изменений 9.3°C и 3.2°C соответственно. На восточном побережье (г. Пошехонье-Володарск) среднегодовое повышение составило 1.0°C при амплитуде 5.4°C (Литвинов, Рощупко, 2007).

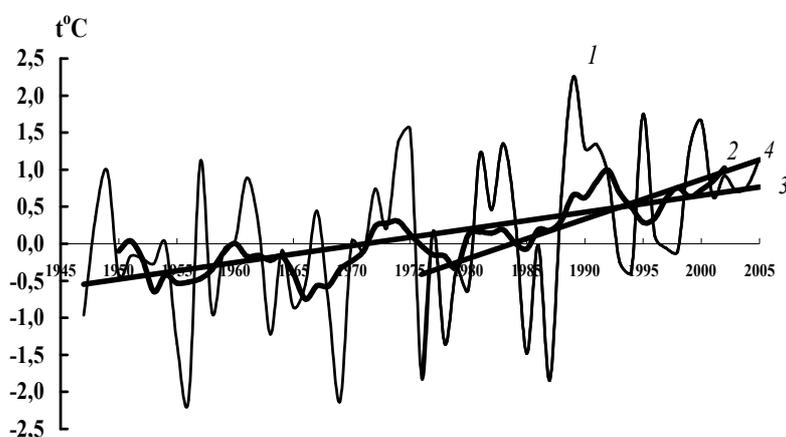


Рис. 1. Многолетние изменения аномалий температуры воздуха (п. Переборы): 1– среднегодовые значения, 2– те же, сглаженные с периодом осреднения 7 лет (квазициклические колебания), 3– линия тренда за 1947–2005 гг. ( $R^2=0.15$ ), 4– линия тренда за 1976–2005 гг. ( $R^2=0.20$ )

В литературе выделяют три периода аномальных изменений температуры: потепление 1910–1945 гг., небольшое относительное похолодание 1946–1975 гг. и наиболее интенсивное потепление, начавшееся в 1976 г. (Клиге, 2000).

За последние 25 лет прошлого века (1976–2000 гг.) повышение температуры воздуха на постах Рыбинского водохранилища составило за холодный период 1.6°C, за теплый период – 1.4°C. Наибольший рост среднемесячной температуры воздуха в холодный период года на водохранилище наблюдался в марте: от 3.3°C на восточном побережье (г. Пошехонье – Володарск) до 4.1°C на западном (п. Брейто-

во). О повышении температуры воздуха в холодный период свидетельствует и увеличение минимальных (зимних) температур на постах Брейтово и Переборы, которое в среднем составило 4°C. За 1976–2005 гг. положительные аномалии температуры приземного воздуха в январе на постах Переборы и Пошехонье-Володарск составили 4.5–4.8°C.

За анализируемый период максимальный среднегодовой сток реки превышал минимальный в 4 раза (табл.1). По многолетним данным весенний сток р. Мологи составляет 53% годового, в остальные сезоны различия незначительны. В маловодные годы характерна наиболее высокая доля весеннего половодья, с увеличением водности возрастает влияние паводков (табл. 2).

Таблица 1  
Статистические характеристики годового стока Мологи,  
г. Устюжна

Период	Среднее	Максимум		Минимум		C <sub>v</sub>	А	Е
		значение	год	значение	год			
1945–2004	4.33	7.45	1990	1.85	1973	0.27	0.06	0.03
1945–1975	3.92	6.78	1955	1.85	1973	0.31	0.32	-0.41
1976–2004	4.77	7.45	1990	2.84	1996	0.20	0.55	1.53

C<sub>v</sub>, А и Е – коэффициенты вариации, асимметрии и эксцесса соответственно

Таблица 2  
Характеристика стока р. Мологи, г. Устюжна

Весна (IV–V)		Лето (VI–VIII)		Осень (IX–XI)		Зима (XII–III)	
км <sup>3</sup>	%	км <sup>3</sup>	%	км <sup>3</sup>	%	км <sup>3</sup>	%
Средний за 1945-2004 гг.							
2.30	53.1	0.73	16.8	0.69	15.9	0.61	14.2
Маловодный год (1973)							
1.17	61.9	0.23	12.2	0.23	12.2	0.26	13.7
Многоводный год (1990)							
3.00	44.9	1.74	26.0	0.66	10.0	1.28	19.1

В бассейне р. Мологи, как и в целом в бассейне водохранилища, наблюдаются периоды повышенной и пониженной водности, продолжительность которых составляет 12–14 лет. Наряду с ними отмечаются и квазипериодические колебания с периодами 2–4 года. При этом в целом за 1945–2004 гг. отмечена слабая тенденция к росту притока (рис. 2).

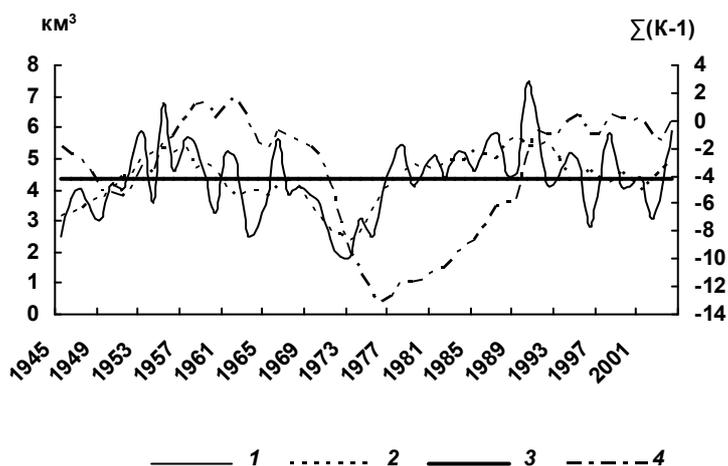


Рис. 2. Многолетняя изменчивость стока р. Мологи (1), 2 – 5-летние скользящие средние, 3 – средний сток, 4 – разностная интегральная кривая

Анализ сезонного распределения стока в отдельные периоды (1945–1975, 1976–2004 гг.) показал, что от первого периода ко второму произошли изменения в сезонном и месячном стоке р. Мологи. Существенное повышение средней температуры воздуха холодного периода года в бассейне Верхней Волги привело к значительному росту зимнего (декабрь–март) стока р. Мологи. Установлен значимый линейный тренд (рис. 3).

В связи с наиболее значительным изменением среднемесячной температуры воздуха на береговых постах водохранилища в марте отмечен и наибольший рост стока – 270 % и смещение дат начала половодья. В апреле–мае сток практически не изменился. Статистически значимый линейный тренд отмечен и в июле.

Анализ среднемесячных коэффициентов вариации, характеризующих изменчивость стока р. Мологи в течение года, показал, что в первый период максимальные их значения отмечены в октябре–ноябре (0.83, 0.98), минимальные – в феврале–апреле (0.38, 0.49, 0.46, соответственно). Во второй период высокий коэффициент вариации отмечен в марте – 1.35, низкий – в апреле – 0.36. Следует также отметить, что за счет роста меженного стока произошло снижение годового коэффициента вариации от первого периода ко второму (с 0.31 до 0.20).

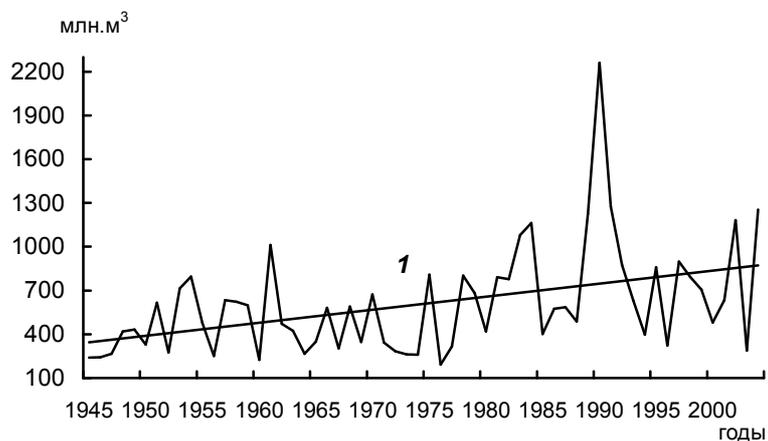


Рис.3 . Многолетняя изменчивость зимнего стока (декабрь–март) р. Мологи – г. Устюжна. 1– линия тренда,  $R^2 = 0.18$

При повышенном среднегодовом стоке за период 1976–2004 гг. за счет увеличения меженного стока отмечено его выравнивание в течение года (рис. 4).

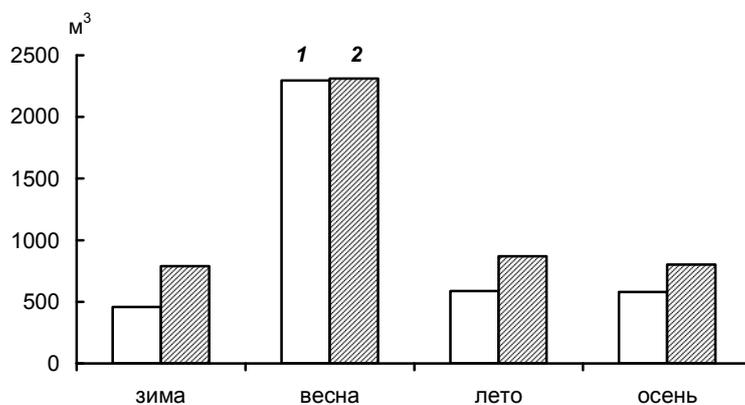


Рис. 5. Сезонное распределение стока р. Мологи. 1– 1945–1975 гг., 2– 1976–2004 гг.

В рассматриваемые периоды динамика месячного минимального стока р. Мологи практически не различалась. Иная картина наблюдалась в сезонном распределении максимального стока реки: если в первый период его наибольшая величина (3.91 км<sup>3</sup>) отмечена в мае, то во второй период он был практически одинаков в марте-мае (1.87; 2.03; 1.90 км<sup>3</sup>, соответственно).

Таким образом, в целом за анализируемый период отмечено незначительное повышение стока реки. Глобальное потепление климата, начавшееся в последней четверти прошлого века, привело к перераспределению стока, выразившееся в увеличении меженного стока и смещению дат начала половодья на более ранние сроки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Федеральной целевой программы (Государственный контракт № 02.515.11.5015) и РФФИ (проект № 07-05-00403).

#### Литература

*Зайцева И.С.* Многолетние колебания стока Волги и глобальные изменения климата // Известия РАН. Сер. географ., №5, 1996, с.45-54.

*Клиге Р.К.* Глобальные изменения в гидросфере // Глобальные изменения природной среды. М.: Научный мир, 2000, с.171-183.

*Литвинов А.С., Рошупко В.Ф.* Глобальное потепление и изменение характеристик экосистемы водохранилищ // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Тр. Междун. науч-практ. конфер. Пермь, 2007, т.1, с.34-38.

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ  
КОТОРОСЛЬ ОТ ИСТОКА ДО УСТЬЯ ПО ДАННЫМ  
ЭКСПЕДИЦИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ В 2002 ГОДУ**

*Лукьяненко В.И. \*, Меркулова Л.К. \*\*, Артамонова М.Ю. \*\*,  
Бехтер А.К. \*\*, Зайцева Н.А. \*\*, Кузьмина Г.В. \*\*,  
Лукьяненко А.В. \*, Хабаров М.В. \**

*\*Верхневолжское отделение Российской экологической академии,  
\*\*Центр госсанэпиднадзора в г.Ярославле*

Среди малых рек Ярославии наибольшее водохозяйственное значение имеет река Которосль (длина 132 км), которая хотя и несколько уступает занимающей первое место по общей длине реке Сить (159 км), однако по площади водосбора (6370 км<sup>2</sup>) и среднему расходу воды (40.1 м<sup>3</sup>/сек) значительно превосходит остальные малые реки нашей области. Которосль является одним из крупнейших притоков Волги на территории Ярославской области. Она образуется от слияния реки Вексы (вытекает из озера Неро) и реки Устье и протекает по территории области в общем направлении с юго-запада на северо-восток.

Бассейн реки Которосли охватывает пять районов Ярославской области: Угличский, Борисоглебский, Гаврилов-Ямский, Ростовский и Ярославский. Ежегодно река вносит в Волгу 88 млн. м<sup>3</sup> воды. Объем водопотребления по данным водохозяйственного паспорта составляют: водопотребления – 212,8 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, в том числе на бытовые и промышленные нужды – 193,9 тыс. м<sup>3</sup>/сутки и на сельскохозяйственные нужды – 480 м<sup>3</sup>/сутки.

За последние десятилетия берега реки Которосли в среднем и нижнем ее течении интенсивно застраивались промышленными, сельскохозяйственными объектами, дачными поселками, домами отдыха и санаториями. За это время значительно увеличилась территория и объемы производства Новоярославского нефтеперегонного завода, стоящего на правом берегу реки и практически вплотную прилегающего к городу. В этот же период построены филиалы заводов топливной и дизельной аппаратуры, а также ряд других промышленных объектов, расположенных на берегах реки в черте города (Лукьяненко, Овчинников 2001).

Интенсивное загрязнение Которосли происходит на всем ее протяжении вследствие поступления в нее промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод городов Ростова, Гаврилов-Яма, поселков

Красные Ткачи, Карачиха и Карманово, канализационные стоки которых сбрасываются в Которосль практически без очистки. Суммарный объем сточных вод, ежегодно поступающих в бассейн реки, превышает 12 млн. м<sup>3</sup>. Многолетнее антропогенное загрязнение Которосли в среднем и нижнем течении привело к существенному изменению ее гидрохимического режима и ухудшению качества воды, которое в современных условиях не отвечает требованиям, предъявляемым ни к рыбохозяйственным, ни к рекреационным водоемам.

Естественно, все это ставит перед необходимостью проведения систематических (мониторинговых) наблюдений за качеством воды реки Которосль на всем ее протяжении: от истоков до устья. В основу настоящего сообщения положены результаты выполненной в 2002 году комплексной оценки качества воды реки Которосль по гидрохимическим, санитарно-токсикологическим и санитарно-бактериологическим показателям.

Отбор проб воды проводился в период с 6 июля по 5 ноября 2002 года на 6 станциях: *станция №1* – устье р.Которосль; *станция №2* – на входе реки в город Ярославль (пос.Карачиха) – 10 км от устья; *станция №3* – выше пос.Красные Ткачи – 45 км от устья; *станция №4* – дер.Веденье (база отдыха «Прибрежный») – 56 км от устья; *станция №5* – г.Гаврилов-Ям – 78 км от устья; *станция №6* – пос.Белогостицы – на реке Вёксе в 134 км от устья р.Которосль. Пробы отбирались 2 раза в месяц, в соответствии с требованиями СанПиН №2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» для водоемов II категории водопользования, находящихся в черте населенных пунктов и рекреационного водопользования, а также в соответствии с требованиями СанПиН №2.1.4.1074-01 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест». В общей сложности отобраны и проанализированы 54 пробы воды по 19 гидрохимическим и санитарно-токсикологическим показателям (рН, жесткость, хлориды, сульфаты, нитриты, нитраты, железо, медь, цинк, кадмий, свинец, взвешенные вещества, БПК<sub>5</sub>, ХПК, фенол, аммиак, нефтепродукты, СПАВ, запах в баллах).

Результаты выполненных исследований показали, что из трех использованных интегральных показателей качества воды (величина рН, жесткость, концентрация взвешенных веществ) речная вода не соответствует гигиеническим нормативам только по содержанию взвешенных веществ, концентрация которых колебалась на разных станциях от 7,2 до 39,5 мг/л. Многократное превышение ПДК по содержанию взвешенных веществ отмечено на всех станциях в течение всего периода исследований.

Концентрация хлоридов в речной воде на всех станциях находилась в пределах ПДК (350 мг/л), за исключением двух проб, отобранных на станции п.Белогостицы, в которых отмечено незначительное превышение ПДК (385–400 мг/л). Аналогичная картина выявлена и по содержанию в воде сульфатов: превышение ПДК (500 мг/л) имело место лишь на одной станции (п.Белогостицы) и только дважды за весь период наблюдений (600 и 629 мг/л).

Концентрация нитратов в речной воде изменялась от 0.10 до 1.76 мг/л, то есть в 17.6 раза. Выявлено многократное (в 6–17 раз) повышение содержания нитратов в воде на всех исследованных станциях в осенний период в сравнении с летним, но они были значительно ниже санитарно-гигиенических ПДК (45 мг/л по  $\text{NO}_3^-$ ). Концентрация нитритов находилось на уровне 0.01–0.76 мг/л, то есть колебалась в 76 раз. Резкого скачка уровня содержания нитритов в осенний период в сравнении с летним, который был отмечен для нитратов, не зарегистрировано. В целом, содержание нитритов в речной воде как летом, так и осенью значительно ниже ПДК (3.3 мг/л).

Концентрация железа в речной воде варьировала в пределах 0.05–0.95 мг/л (в 19 раз), причем превышение ПДК (0.3 мг/л) в 1.5–3 раза имело место только у п.Белогостицы в 6 пробах из 9 исследованных. На всех остальных станциях за все время наблюдений содержание железа в речной воде было значительно ниже ПДК (в 2 пробах на уровне ПДК). Концентрация меди в речной воде на всех исследованных станциях в течение всего периода наблюдений не превышала ПДК (1.0 мг/л). Сказанное в полной мере относится к содержанию цинка и свинца в речной воде, причем обнаруженная нами максимальная концентрация цинка (0.25 мг/л) была 4 раза ниже ПДК (1.0 мг/л), а максимальная концентрация свинца (0.01 мг/л), обнаруженная 6 июля в устье р.Которосль, была в 3 раза ниже ПДК (0.03 мг/л). Наличие кадмия в речной воде выявлено только в 12 из 48 исследованных проб, причем в чрезвычайно низких концентрациях – 0.0001 мг/л, что в 10 раз ниже ПДК (0.001 мг/л).

Среди важнейших токсикантов органического происхождения приоритетное место занимают нефтепродукты, фенолы и синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), которые в соответствии с новыми СанПиН 2.1.4.1074-01 наряду с величиной рН, общей минерализацией, общей жесткостью и перманганатной окисляемостью относят к «обобщенным» показателям качества воды.

Во всех 54 исследованных пробах речной воды обнаружены нефтепродукты, причем в абсолютном большинстве проб (в 49 из 54) их концентрация была равна 0.05 мг/л, то есть в 2 раза ниже ПДК (0.1

мг/л), а в 6 остальных пробах еще ниже (от 0,02 до 0,06 мг/л). Наличие фенола на уровне от 0.0005 до 0.0008 мг/л обнаружено только в 16 пробах из 54 исследованных, причем в концентрациях значительно ниже ПДК (0,001 мг/л). В противоположность нефтепродуктам и фенолам, СПАВы выявлены в абсолютном большинстве исследованных проб воды (в 51 из 54) в концентрациях от 0,36 до 2,64 мг/л. Во всех 54 пробах имело место превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов (0.1 мг/л) в 3.6-26.4 раза.

Обобщенными показателями загрязнения водоемов легкоокисляемой и трудноокисляемой органикой служат, соответственно, биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>) и химическое потребление кислорода (ХПК). БПК<sub>5</sub> речной водой за время наблюдений колебалось в пределах от 1.2 до 10.0 мг О<sub>2</sub>/л. В большинстве проб (49 из 54) уровень БПК<sub>5</sub> был ниже ПДК (6.0 мг О<sub>2</sub>/л) и только в 5 пробах несколько превышал ПДК в 1.2-1.7 раза. ХПК речной водой находилось на уровне от 5.6 до 140.0 мг О<sub>2</sub>/л (в 25 раз). Только в 18 пробах из 54 исследованных имело место превышение ПДК (30 мг О<sub>2</sub>/л) в 1.1-4.7 раза. Наиболее значительное превышение ПДК выявлено на станциях п.Белогостицы, г.Гаврилов-Ям и устье р.Которосль, однако в большинстве проб воды (33 из 54) величина ХПК была ниже предельно допустимого уровня.

Во всех 54 исследованных пробах речной воды обнаружено содержание аммиака, концентрация которого варьировала от 0.1 до 1.25 мг/л, то есть в 12.5 раза, но ни в одной пробе превышение ПДК (2 мг/л) не выявлено.

Совокупность полученных данных по гидрохимическим и санитарно-токсикологическим показателям свидетельствует о том, что по большинству из них (16 из 18) речная вода соответствует нормативному качеству. При этом следует оговорить, что жесткость воды на одной из 6 станций (п.Белогостицы) дважды за период исследований (21.10. и 5.11.) несколько превышала ПДК (по 8.7 мг-экв./л). На этой же станции и также дважды за период исследований (20.08. и 5.09.) имело место незначительное превышение ПДК по содержанию сульфатов (600 и 629 мг/л, соответственно). Кроме того, на этой же единственной станции в 6 пробах воды из 9 отмечено превышение ПДК (в 1.5-3 раза) и по содержанию общего железа. На остальных пяти станциях ни в одной из 48 исследованных проб воды не выявлено превышение ПДК по содержанию железа.

Оценка уровня бактериологического загрязнения проводилась в соответствии с Санитарными правилами «Охраны поверхностных вод» №4630-88 по комплексу микробиологических показателей.

коли-индексу (количество бактерий группы кишечной палочки в 1 литре), индексу ФКП (фекально-кишечная палочка), БОЕ-фагам (бляшкообразующие единицы) и патогенной микрофлоре. Микробиологические исследования выполнены в соответствии с методическими указаниями по санитарно-микробиологическому анализу воды поверхностных водоемов №2285-81. Нормативные требования (ПДК) по этим показателям принимались для водоемов второй категории.

Коли-индекс варьировал на разных станциях от 900 до 594000 бактерий/л, то есть в 660 раз, в том числе на станции в устье р.Которосль – в 220 раз (от 900 до 198000 бактерий/л), у п.Карачиха – в 30 раз (от 900 до 27000 бактерий/л), у п.Красные Ткачи – в 73 раза (от 900 до 65700 бактерий/л), у д.Веденье – в 66 раз (от 900 до 59400 бактерий/л), у г.Гаврилов-Ям – в 96 раз (от 900 до 86400 бактерий/л), у п.Белогостицы – в 660 раз (от 900 до 594000 бактерий/л).

Особого внимания заслуживает значительное повышение уровня бактериального загрязнения реки в черте города Ярославля. Так, если при входе в черту города (на станции п.Карачиха) максимальное содержание бактерий в воде составляло 12.6-27.0 тысяч в литре, то в устье (после прохождения реки через весь город) максимальное содержание бактерий повышалось до 153.0-198.0 тысяч в литре, то есть в 7-12 раз.

Индекс фекальной кишечной палочки (ФКП) в речной воде колебался в пределах от 900 бактерий/л до 270 тысяч бактерий/л, то есть в 300 раз, однако на большинстве станций амплитуда колебаний была значительно ниже. Из 54 исследованных проб воды ФКП была обнаружена в 32 пробах (59%). Из них превышение нормативного уровня (1000 бактерий/л) отмечено в 30 пробах (93.8%). Самая грязная вода по индексу ФКП (как по частоте встречаемости загрязненных проб, так и по количеству выявляемых бактерий) имела место на станциях п.Белогостицы, г.Гаврилов-Ям и в устье р.Которосль.

Специального внимания заслуживает вопрос об уровне фекального загрязнения реки Которосль на входе в черту города Ярославля (п.Карачиха) и на выходе (устье р.Которосль), то есть в месте впадения в реку Волгу. Максимальное содержание бактерий при входе реки в черту города (станция п.Карачиха) колебалось от 12.6 до 27 тысяч бактерий/л, а в устье реки Которосль – от 27 до 153 тысяч бактерий/л. Из этих данных следует, что в черте города уровень фекального загрязнения воды увеличивался в 2-6 раз. Осенью уровень фекального загрязнения речной воды на этих станциях был значительно ниже, чем летом. В целом, уровень бактериального загрязнения речной воды как по коли-индексу, так и по индексу ФКП чрезвычайно высок, особенно на станциях, расположенных в районе крупных населенных пунктов.

Бактериологический анализ 54 проб речной воды на содержание патогенной флоры, выполненный летом и осенью 2002 года, показал, что во всех исследованных пробах патогенная флора отсутствовала.

Важнейшим показателем эпидемиологической безопасности воды являются БОЕ-фаги (бляшкообразующие единицы), свидетельствующие о вирусном загрязнении воды. Из 54 исследованных проб воды БОЕ-фаги выявлены в 9 пробах (16.7%), причем во всех случаях имело место многократное (от 3.3 до 16.7 раза) превышение нормативного показателя (не более 100 БОЕ). В устье р.Которосль наличие БОЕ-фагов выявлено, также как и на станции п.Карачиха, только в 2 пробах воды из 9 исследованных, однако в обоих случаях концентрация БОЕ-фагов в устье реки была в 2 раза выше (по 667 БОЕ/л), чем на входе реки в черту города. Согласно полученным нами ранее данным (Лукьяненко и др., 2008) в период с ноября 1999 года по март 2000 года БОЕ-фаги не обнаруживались на обеих рассматриваемых нами станциях. Этот факт еще раз подчеркивает, что для объективной характеристики уровня эпидемиологической безопасности воды, также как и санитарно-токсикологической, необходимы многолетние мониторинговые наблюдения, ибо по данным одного лишь года исследований сделать обоснованное заключение невозможно.

#### Литература

*Лукьяненко В.И., Овчинников В.И.* О современном экологическом состоянии реки Которосль и неотложных мерах по его улучшению // Проблемы региональной экологии. Материалы конференции. Ярославль 2001, с. 8-11.

*Лукьяненко В.И., Меркулова Л.К., Артамонова М.Ю., Бехтер А.К., Зайцева Н.А., Кузьмина Г.В., Лукьяненко А.В., Хабаров М.В.* Межсезонная и внутрисезонная изменчивость качества воды реки Которосль в черте города Ярославля // Актуальные проблемы экологии Ярославской области. Материалы IV научно-практической конференции. Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2008, вып.4, т.1, с.176-182.

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ  
КОТОРОСЛЬ ОТ ИСТОКА ДО УСТЬЯ ПО ДАННЫМ  
ЭКСПЕДИЦИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ В 2003 ГОДУ**

*Лукьяненко В.И. \*, Меркулова Л.К. \*\*, Артамонова М.Ю. \*\*,  
Бехтер А.К. \*\*, Зайцева Н.А. \*\*, Кузьмина Г.В. \*\*,  
Лукьяненко А.В. \*, Хабаров М.В. \**

*\*Верхневолжское отделение Российской экологической академии,  
\*\*Центр госсанэпиднадзора в г.Ярославле*

Мониторинговые исследования качества воды реки Которосль от истока до устья начаты нами в 2002 году. Первоначально отбор проб воды осуществлялся на 6 станциях: в устье реки, на входе реки в город Ярославль, выше поселка Красные Ткачи, вблизи деревни Веденье (база отдыха «Прибрежный»), в городе Гаврилов-Ям и в поселке Белогостицы. Начиная с 2003 года сетка станций отбора воды была значительно расширена за счет включения 5 новых станций, расположенных в черте города Ярославля. В результате, в 2003 году исследования проводились на 11 станциях: *станция №1* – устье реки Которосль; *станция №2* – ливневка с Московского проспекта; *станция №3* – район стока завода «Русские краски» (бывший завод «Победа рабочих»); *станция №4* – сток вокзала «Ярославль-Главный»; *станция №5* – водозабор Южной водопроводной станции; *станция №6* – сток выше водозабора Южной водопроводной станции; *станция №7* – на входе реки Которосль в черту города Ярославль (после слияния с рекой Пахма); *станция №8* – ниже поселка Красные ткачи; *станция №9* – деревня Веденье (база отдыха «Прибрежный»); *станция №10* – город Гаврилов-Ям (ниже очистных сооружений); *станция №11* – поселок Белогостицы.

Качество воды на каждой из 11 станций оценивали по единому набору гидрохимических, санитарно-гигиенических и бактериологических показателей. Исследования выполнены в период с 3 июня по 8 октября 2003 года, в соответствии с требованиями СанПиН №2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» для водоемов II категории водопользования, находящихся в черте населенных пунктов и рекреационного водопользования, а также в соответствии с требованиями СанПиН №2.1.4.1074-01 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест». Отбор проб осуществляли дважды в месяц примерно с двухнедельным интервалом. В каждой из 99 исследованных проб воды определяли 25 гидрохимических и са-

нитарно-токсикологических показателей (рН, жесткость, кальций, магний, хлориды, сульфаты, нитриты, нитраты, железо, медь, цинк, кадмий, свинец, взвешенные вещества, растворенный кислород, БПК<sub>5</sub>, ХПК, окисляемость, фенол, аммиак, нефтепродукты, СПАВ, сухой остаток, запах в баллах, прозрачность).

По большинству исследованных гидрохимических и санитарно-токсикологических показателей (22 из 25) вода реки Которосль соответствует нормативному качеству, в том числе по концентрации водородных ионов (величина рН), общей жесткости воды, содержанию растворенного кислорода, концентрации кальция и магния, хлоридов и сульфатов, нитратов и нитритов.

В 98 из 99 исследованных проб воды нефтепродукты не выявлены. В единственной пробе, отобранной 3 июня на станции №2 (ливневка с Московского проспекта), содержание нефтепродуктов оказалось равным 0.06 мг/л, то есть почти в 2 раза ниже ПДК (0.1 мг/л). Напомним, что в 2002 году во всех 54 исследованных пробах воды отмечено наличие нефтепродуктов, причем в абсолютном большинстве проб (в 49 из 54) их концентрация была равна 0.05 мг/л, то есть в 2 раза ниже ПДК. Еще в 4 пробах она находилась на уровне 0.02 мг/л и в одной пробе – 0.06 мг/л. Ни в одной из 99 исследованных проб воды фенол не обнаружен. В 2002 году фенол выявлен в 16 пробах из 54 исследованных, в том числе в 14 пробах на уровне 0.0005 мг/л, в одной пробе – 0.0006 мг/л и еще в одной пробе – 0.0008 мг/л, причем 5 и 20 августа наличие фенола зафиксировано в пробах, отобранных на всех исследованных станциях. Однако во всех 16 пробах речной воды, в которых был обнаружен фенол, его концентрация была ниже ПДК (0.001 мг/л).

Из 5 исследованных тяжелых металлов (железо, медь, цинк, свинец и кадмий) содержание меди и цинка во всех пробах воды было ниже уровня ПДК. Превышение ПДК по содержанию железа (в 1.1-2.3 раза) выявлено в 21 из 99 исследованных проб воды (21.2%). В 3 из 99 исследованных проб отмечено превышение ПДК по содержанию кадмия (в 1.3-3 раза) и в 2 пробах из 99 исследованных по содержанию свинца (в 1.2-1.3 раза). Выявленное нами впервые превышение санитарно-гигиенических ПДК в отдельных пробах воды, отобранных летом, по содержанию свинца и кадмия (в 4 пробах из 5) и осенью (в 1 пробе из 5) заслуживает внимания при проведении дальнейших исследований, поскольку в 2002 году превышения ПДК по этим высоко токсичным металлам не обнаружено.

Как и в 2002 году, на всех станциях и на протяжении всего периода исследований выявлено многократное (в 2.7-43 раза) превыше-

ние ПДК (0.75 мг/л) по содержанию взвешенных веществ, причем наибольшее количество взвешенных веществ отмечено на станции №1 (устье Которосль) 19 июня и 7 июля – 54.0 и 45.0 мг/л (соответственно), что в 72 и 60 раз (соответственно) превышает предельно допустимую концентрацию.

В 25 из 99 исследованных проб воды выявлено превышение величины ПДК по содержанию синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) для питьевой воды (0.5 мг/л) в 1.1-1.9 раза (от 0.520 до 0.940 мг/л). При этом следует обратить внимание, что ПДК для рыбохозяйственных водоемов (0.1 мг/л) по содержанию СПАВ была превышена в 98 из 99 исследованных проб воды в 1.1-9.4 раза (от 0.110 до 0.940 мг/л).

В 24 пробах из 99 исследованных имело место превышение (в 1.1-2.1 раза) ПДК (30 мг O<sub>2</sub>/л) по химическому потреблению кислорода (ХПК). Наиболее значительное превышение предельно допустимого уровня ХПК отмечено в пробах воды со станций №4 (сток вокзала Ярославль-Главный), а также №9 (деревня Веденье) и №11 (поселок Белогостицы). Превышение ПДК почти на всех станциях отмечено в пробах воды, отобранных в августе-ноябре. Еще на 5 станциях выявлено лишь незначительное (30.7-32.0 мг O<sub>2</sub>/л) превышение ПДК. Однако, в большинстве проб (70 из 99, или 70.7%) величина ХПК была ниже предельно допустимой.

Во всех 99 исследованных в 2003 году пробах отсутствовал фекальный запах. Между тем, в 2002 году из 54 исследованных проб в 8 он имел место, что свидетельствовало об интенсивном загрязнении реки неочищенными хозяйственно-бытовыми стоками.

Оценка уровня бактериального загрязнения (эпидемиологической опасности) воды проводилась в соответствии Санитарными правилами «Охраны поверхностных вод» №4630-88 по комплексу микробиологических показателей: коли-индексу (количество бактерий группы кишечной палочки в 1 литре), индексу ФКП (фекально-кишечная палочка), БОЕ-фагам (бляшкообразующие единицы) и патогенной микрофлоре. Нормативные требования (ПДК) по этим показателям принимались для водоемов второй категории.

Из 92 исследованных проб воды превышение (в 1.1-43.3 раза) нормативного уровня по коли-индексу выявлено в 78 пробах (84.8%), причем в 7 пробах воды превышение ПДК было минимальным. Наибольшее количество проб воды с превышением нормативного уровня (10 тысяч бактерий/л) по коли-индексу имело место на станциях №4, №10 (в каждой из 11 проб) и на станциях №2, №5, №7, №9 (в 10 пробах из 11). Особое беспокойство вызывает факт постоянного бакте-

риального загрязнения воды в районе нахождения водозабора Южной водопроводной станции.

Выявлено значительное повышение уровня бактериального загрязнения реки непосредственно в черте города. Так, если при входе в город (станция №7) содержание бактерий колебалось от 9.0 до 44.1 тысячи в литре, то после прохождения реки по территории города количество бактерий в пробах воды, отобранных в устье, повысилось до 423 тысяч в литре, то есть в 9-47 раз. Обращает на себя внимание чрезвычайно высокая амплитуда бактериального загрязнения самого нижнего участка реки Которосль в черте города, а именно устья реки (станция №1): от 8.1 до 423 тысяч бактерий/л.

Из 87 исследованных проб воды фекальная кишечная палочка (индекс ФКП) была обнаружена в 79 пробах (90.1%), причем превышение нормативного уровня ФКП (1000 бактерий/л) отмечено во всех пробах (от 2.7 до 151 раза). Самый высокий уровень ФКП (151.2 тысячи бактерий/л) отмечен 3 июля на станции №4 (сток вокзала Ярославль-Главный). Кроме того, чрезвычайно высокий уровень ФКП имел место на этой станции также 19 июня (142.2 тысячи бактерий/л), 3 июня (120.6 тысячи бактерий/л), 8 октября (66.6 тысячи бактерий/л).

Очень высокий уровень загрязнения фекальной кишечной палочкой отмечен также и на станции №1, в устье реки Которосль: 24 сентября (111.7 тысячи бактерий/л), 3 июня (33.3 тысячи бактерий/л), 8 октября (18 тысяч бактерий/л). В 10 пробах из 11 обнаружено превышение нормативного уровня в 2.7-111.7 раза.

Обращает на себя внимание также довольно высокий уровень загрязнения фекальной кишечной палочкой воды на станции №5 – водозабор Южной водопроводной станции. В 10 из 11 исследованных проб имело место превышение нормативного уровня ФКП в 3.6-18 раз.

Установлено, что уже при входе в черту города (станция №7) вода реки Которосль имеет довольно высокий уровень загрязнения ФКП. Здесь во всех 10 исследованных пробах имело место многократное (6.3-41.4 раза) превышение нормативного уровня бактериального загрязнения. На станции №10 – ниже города Гаврилов-Ям во всех 11 исследованных пробах отмечено многократное (7.2-45 раз) превышение нормативного уровня загрязнения воды фекальной кишечной палочкой.

Из 53 исследованных проб воды БОЕ-фаги выявлены в 30 пробах (56.6%), причем в 29 из них обнаружено многократное (от 3.3 до 120 раз) превышение нормативного показателя (не более 100 БОЕ). Чаше

чем на других станциях БОЕ-фаги выявлялись в пробах воды со станции №4 – сток вокзала Ярославль-Главный в 5 пробах из 6 исследованных (от 333 до 12000 БОЕ/л); станции №9 – д.Веденье в 4 пробах из 5 исследованных (от 333 до 4333 БОЕ/л); станции №2 – ливневка с Московского проспекта в 3 исследованных пробах (от 333 до 7667 БОЕ/л); станции №7 – на входе в город в 3 пробах из 6 исследованных (от 333 до 5333 БОЕ/л); станции №8 – ниже п.Красные ткачи в 3 пробах из 5 исследованных (от 2000 до 8666 БОЕ/л); станции №10 – г.Гаврилов-Ям в 3 пробах из 6 исследованных (от 333 до 4333 БОЕ/л).

Наибольшее количество БОЕ-фагов обнаружено на станциях: №4 – 12000 БОЕ/л (4 сентября), №8 – 8666 БОЕ/л (4 сентября), №2 – 7666 БОЕ/л (4 сентября), №1 – 6000 БОЕ/л (4 сентября), №4 – 5666 БОЕ/л (19 июня), №7 – 5333 БОЕ/л (4 сентября), №11 – 5000 БОЕ/л (4 сентября), №9 – 4333 БОЕ/л (4 сентября), №10 – 4333 БОЕ/л (4 сентября), №5 – 4000 БОЕ/л (4 сентября), №4 – 3666 БОЕ/л (8 октября). Комментируя полученные данные, следует, прежде всего, подчеркнуть, что уровень вирусного загрязнения воды реки Которосль в 2003 году резко возрос в сравнении с 2002 годом (Лукьяненко и другие 2008), как по частоте обнаружения БОЕ-фагов в воде в 3.4 раза (56.6% и 16.7%, соответственно), так и по количеству БОЕ-фагов в отдельных пробах в 7.2 раза (12000 и 1667 БОЕ/л, соответственно).

#### Литература

*Лукьяненко В.И., Меркулова Л.К., Артамонова М.Ю., Бехтер А.К., Зайцева Н.А., Кузьмина Г.В., Лукьяненко А.В., Хабаров М.В.* Комплексная оценка качества реки Которосль от истока до устья по данным экспедиционного обследования в 2002 году // Актуальные проблемы экологии Ярославской области. Материалы IV научно-практической конференции. Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2008, вып.4, т.1, с.165-170.

## МЕЖСЕЗОННАЯ И ВНУТРИСЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ КОТОРОСЛЬ В ЧЕРТЕ ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ

*Лукьяненко В.И. \*, Меркулова Л.К. \*\*, Артамонова М.Ю. \*\*,  
Бехтер А.К. \*\*, Зайцева Н.А. \*\*, Кузьмина Г.В. \*\*,  
Лукьяненко А.В. \*, Хабаров М.В. \**

*\*Верхневолжское отделение Российской экологической академии,  
\*\*Центр госсанэпиднадзора в г.Ярославле*

Основными источниками загрязнения реки Которосль в черте города Ярославля являются промышленные предприятия, многие из которых расположены практически в береговой или водоохранной зонах, и сбрасывают промышленно-ливневые сточные воды, по существу, без очистки (ОАО Ярославский завод «Русские краски», ОАО «Красный Перекоп», ОАО «Пролетарская свобода» и другие).

Существенное влияние на общий уровень загрязнения реки Которосли оказывают выпуски городской ливневой канализации Фрунзенского и Красноперекопского районов практически со всего Московского проспекта, а следовательно и с территории предприятий, расположенных вдоль этой магистрали. Кроме того, в Которосль периодически поступают стоки из Пролетарского канализационного коллектора, проходящего вдоль правого берега реки.

Особо тяжелая экологическая обстановка сложилась в черте города Ярославля поблизости от места впадения Которосли в Волгу, на участке от Стрелки до Толбухинского моста. Это традиционное место отдыха населения. Здесь находятся городской пляж и городской парк. Огромное влияние на уровень загрязнения этого участка оказывает несогласованность режимов работы Рыбинского и Горьковского гидроузлов, вследствие чего возникают периоды, когда в устье Которосли образуются застойные зоны и даже обратные течения, которые резко ухудшают качество воды в реке Которосли на значительном ее протяжении вплоть до водозабора Южной водопроводной станции. Именно поэтому органами санэпиднадзора ежегодно выносятся постановления о запрете купания и закрытии городского пляжа на Которосли.

Глубокую озабоченность вызывает уровень качества воды в районе водозабора Южной водопроводной станции, претерпевающий резкие колебания в период образования застойных зон и обратных течений на участке впадения Которосли в Волгу. Имеющиеся в нашем распоряжении материалы свидетельствуют о высоком загрязнении этого участка реки трудноокисляемой (ХПК) и легкоокисляемой (БПК<sub>5</sub>) органикой, нефтепродуктами и тяжелыми металлами.

В связи с этим, мы провели оценку качества воды реки Которосль, протекающей в черте города Ярославля (около 8.5 км), по комплексу гидрохимических, санитарно-токсикологических и санитарно-бактериологических показателей. Отбор проб воды проводили на 7 станциях: *станция №1* – устье р.Которосль; *станция №2* – ливневка с Московского проспекта; *станция №3* – район стока завода «Русские краски» (бывший завод «Победа рабочих»); *станция №4* – сток вокзала «Ярославль-Главный»; *станция №5* – водозабор Южной водопроводной станции; *станция №6* – сток выше водозабора Южной водопроводной станции; *станция №7* – на входе реки Которосль в черту города Ярославль (после слияния с рекой Пахма).

Исследования проводили в период с 5 сентября по 5 ноября 2002 года и с 3 июня по 21 августа 2003 года в соответствии с требованиями СанПиН №2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» для водоемов II категории водопользования, находящихся в черте населенных пунктов и рекреационного водопользования, а также в соответствии с требованиями СанПиН №2.1.4.1074-01 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест». Отбор проб проводился 2 раза в месяц. В каждой из 77 проб речной воды определяли 19 гидрохимических и санитарно-токсикологических показателей (рН, жесткость, хлориды, сульфаты, нитриты, нитраты, железо, медь, цинк, кадмий, свинец, взвешенные вещества, БПК<sub>5</sub>, ХПК, фенол, аммиак, нефтепродукты, СПАВ, запах).

Установлено, что из трех использованных интегральных показателей качества воды (величина рН, жесткость, концентрация взвешенных веществ) речная вода не соответствует гигиеническим нормативам только по содержанию взвешенных веществ, концентрация которых в воде варьировала от 2 до 54 мг/л. В осенний период на всех исследованных станциях имело место многократное (в 10.7-17.9 раза) превышение ПДК (0.75 мг/л), в том числе на водозаборе Южной водопроводной станции в 10.9-17.9 раза. Аналогичная ситуация имела место и в летний период, а именно превышение ПДК в 2.7-72.0 раза на всех исследованных станциях, в том числе на водозаборе Южной водопроводной станции в 6.7-13.1 раза.

Содержание хлоридов, сульфатов, нитратов и нитритов в речной воде, как летом, так и осенью, не превышало уровня ПДК.

Ни в одной из исследованных проб воды концентрация меди и цинка так же не превышала ПДК. В 75 из 77 (97,4%) проб воды концентрация свинца была ниже ПДК (0,03 мг/л), и лишь в 2 пробах, отобранных летом, отмечено незначительное (в 1,2 и в 1,6 раза) превышение ПДК. В абсолютном большинстве (90%) исследованных

проб воды (в 64 из 70) кадмий отсутствовал, и только в 6 пробах обнаружено его наличие, причем в 2 пробах с превышением ПДК (в 2,1 раза и в 3 раза). Из 77 исследованных проб воды на содержание железа в 71 пробе (92,2%) оно было ниже ПДК (0,3 мг/л), а в 6 пробах концентрация железа превышала ПДК в 1,2-2,3 раза.

Согласно полученным данным, в осенний период содержание нефтепродуктов выявлено во всех 35 исследованных пробах на уровне 0.05 мг/л, то есть было в 2 раза ниже ПДК (0.1 мг/л). В противоположность этому, в летний период нефтепродукты отсутствовали в 41 из 42 (97.6%) исследованных проб воды. И только в одной пробе, отобранной 3 июня на станции №2 концентрация нефтепродуктов составила 0.06 мг/л (почти в 2 раза ниже ПДК).

Во всех 77 пробах воды, отобранных как осенью, так и летом, наличие фенола не обнаружено при разрешающих способностях метода 0.000.

Содержание СПАВ выявлено в абсолютном большинстве проб воды, исследованных осенью (в 31 из 35, или 88.6%), с превышением величины санитарно-гигиенических ПДК для питьевой воды (0.5 мг/л) в 1.2-2.5 раза. В 4 пробах воды концентрации СПАВ были несколько ниже санитарно-гигиенических ПДК (от 0.33 до 0.42 мг/л), но значительно выше ПДК для рыбохозяйственных водоемов (0.1 мг/л) – в 3.3-4.2 раза. В противоположность этому, в большинстве проб воды, исследованных летом (32 из 42, или 76.2%), содержание СПАВ было либо ниже ПДК (28 проб), либо на уровне ПДК (4 пробы). Только в 10 пробах воды обнаружено превышение санитарно-гигиенических ПДК для питьевой воды в 1.04-1.9 раза. Однако, если оценивать качество воды по этому показателю с позиций ПДК для рыбохозяйственных водоемов (0.1 мг/л), то во всех исследованных пробах воды реки Которосль имеет место превышение ПДК.

Выявленное нами резко выраженное межсезонное различие по уровню загрязнения речной воды СПАВ возможно связано с различным уровнем водности реки Которосль: низкий уровень в реке осенью 2002 года и высокий уровень воды летом 2003 года. Ответить на этот вопрос можно лишь в случае продолжения мониторинговых исследований.

Биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>) за время наблюдений колебалось в пределах 1.0-5.8 мг О<sub>2</sub>/л (в 5.8 раза), в том числе 1.0-5.8 мг О<sub>2</sub>/л осенью и 1.5-4.5 мг О<sub>2</sub>/л летом. Во всех 77 пробах воды, исследованных как осенью, так и летом, уровень БПК<sub>5</sub> был ниже нормативного (6.0 мг/л).

Химическое потребление кислорода (ХПК), характеризующее степень загрязнения воды трудноокисляемой органикой, находилось на уровне 3.4-105 мг О<sub>2</sub>/л (в 30.9 раза), в том числе от 3.4 до 105 мг О<sub>2</sub>/л осенью и от 10.4 до 61.5 мг О<sub>2</sub>/л летом. В большинстве проб воды (26 из 35, или 74.3%) величина ХПК была ниже предельно допустимого уровня (30 мг О<sub>2</sub>/л). Однако в 9 пробах (25.7%) отмечено превышение ПДК, в том числе в районе водозабора ЮВС – почти трехкратное (88.8 мг О<sub>2</sub>/л), а в устье реки Которосль – более чем трехкратное (96.9 мг О<sub>2</sub>/л).

В летний период абсолютное большинство исследованных проб воды (36 из 42, или 85.7%) имели ХПК ниже ПДК, и только в 6 пробах (14.3%) отмечено превышение ПДК, причем в 5 из них это превышение было минимальным (от 30.7 до 33.8 мг О<sub>2</sub>/л), и лишь в одной пробе, отобранной 21.08. на станции №4, уровень ХПК достиг 61.5 мг О<sub>2</sub>/л, то есть превысил ПДК в 2.05 раза. Иными словами, и по этому показателю качество воды реки Которосль летом 2003 года было заметно лучше, чем осенью 2002 года.

Содержание аммиака обнаружено в 76 из 77 исследованных проб речной воды (98.7%). Его концентрация варьировала от 0.05 до 0.32 мг/л (в 6.4 раза), в том числе от 0.1 до 0.20 мг/л осенью и от 0.05 до 0.32 мг/л летом. Ни в одной из исследованных проб воды как в осенний, так и в летний периоды не выявлено превышение ПДК (2.0 мг/л). Более того, на многих станциях содержание аммиака было значительно (почти на порядок) ниже ПДК.

Полученные данные, характеризующие качество воды реки Которосль по гидрохимическим и санитарно-токсикологическим показателям осенью 2002 года, свидетельствуют о том, что по большинству из них (15 из 18) речная вода соответствует нормативному качеству.

Вместе с тем, на всех исследованных станциях имеет место многократное превышение ПДК взвешенных веществ (0.75 мг/л), в том числе и на водозаборе Южной водопроводной станции в 10.9-17.9 раза. Превышение санитарно-гигиенических ПДК для питьевой воды (в 1.2-2.5 раза) обнаружено также в абсолютном большинстве исследованных проб (в 31 из 35) по содержанию СПАВ. Лишь в 4 пробах воды их концентрация была несколько ниже санитарно-гигиенических ПДК, но значительно выше ПДК для рыбохозяйственных водоемов (в 3.3-4.2 раза). Третий показатель, по которому имело место превышение санитарно-гигиенических нормативов – это ХПК, но лишь в 7 пробах из 35 исследованных, причем только в начале осени (5.09. и 20.09.2002).

Исследования, проведенные летом 2003 года, показали, что по большинству гидрохимических и санитарно-токсикологических показателей (12 из 18) речная вода соответствует нормативному качеству. Еще по 4 показателям, в частности по содержанию железа (в 3 пробах воды из 42 исследованных), свинца (в 2 пробах из 42), кадмия (в 2 пробах воды из 42) и по ХПК (в 6 пробах воды из 42) отмечено незначительное превышение ПДК.

И только по двум показателям, а именно по концентрации взвешенных веществ и по СПАВ имело место значительное превышение ПДК. В частности, по концентрации взвешенных веществ *на всех исследованных станциях* отмечено многократное превышение ПДК (в 2.7-72.0 раза), в том числе и на водозаборе Южной водопроводной станции (в 6.7-13.1 раза).

Превышение санитарно-гигиенических ПДК для питьевой воды обнаружено в 10 пробах из 42 по содержанию синтетических поверхностно-активных веществ (в 1.04-1.9 раза). А если ориентироваться на рыбохозяйственные ПДК, то все исследованные пробы превышали по этому показателю нормативный уровень.

Сопоставляя полученные данные по качеству воды реки Которосль в летний период 2003 года с материалами, полученными осенью 2002 года, можно видеть, что летом загрязнение воды СПАВами было ниже, чем осенью. Это нашло свое отражение как в количестве проб воды с превышением ПДК (в 10 из 42 пробах летом и 31 из 35 пробах осенью), так и по интенсивности загрязнения (летом 1.04-1.9-кратное превышение ПДК, а осенью 1.2-2.5-кратное превышение ПДК). Интенсивность загрязнения воды взвешенными веществами летом и осенью примерно одинакова.

Вызывает тревогу обнаруженное нами впервые превышение санитарно-гигиенических ПДК в отдельных пробах воды по содержанию свинца и кадмия летом 2003 года. Напомним, что осенью 2002 года ни в одной из 35 исследованных проб воды превышение ПДК по этим высоко токсичным металлам не выявлялось.

Наряду с гидрохимической и токсикологической проводилась санитарно-бактериологическая оценка качества воды реки по 4 показателям: коли-индексу (количество бактерий группы кишечной палочки в 1 литре), индексу ФКП (фекально-кишечная палочка), БОЕ-фагам (бляшкообразующие единицы) и патогенной микрофлоре. Согласно полученным данным коли-индекс варьировал на разных станциях от 0.6 до 603 тысяч бактерий/л (в 1005 раз), в том числе от 0.6 до 603 тысяч бактерий/л осенью и от 3.6 до 423 тысяч бактерий/л летом.

В осенний период из 35 исследованных проб воды в 11 пробах (31%) отмечено превышение нормативного уровня (10 тысяч бактерий/л) в 1.1-60.3 раза. Наибольшее количество проб воды с превышением нормативного уровня имело место на станциях №4, №1 и №2 (по 3 из 5 проб на каждой станции, или по 60%). Следует отметить значительное повышение уровня бактериального загрязнения реки непосредственно в черте города. Так, если при входе в черту города (на станции п.Карачиха) содержание бактерий колебалось от 0.9 до 5.4 тысяч в литре, то после прохождения реки по территории города (в устье) содержание бактерий повышалось от 12.6 до 45 тысяч в литре, то есть в 8-14 раз.

В летний период в 29 из 36 исследованных проб воды (80.6%) обнаружено превышение нормативного уровня в 1.1-42.3 раза. И вновь зарегистрировано значительное повышение уровня бактериального загрязнения реки непосредственно в черте города. Особого внимания заслуживают результаты, характеризующие уровень бактериального загрязнения речной воды на станции №5, то есть в месте водозабора Южной водопроводной станции. Из 6 исследованных проб воды в 5 пробах выявлено превышение ПДК в 1.1-2.7 раза. Напомним, что осенью 2002 года ни в одной из 5 отобранных на этой станции проб воды превышения нормативного уровня по коли-индексу не обнаружено.

В 44 из 77 исследованных проб воды (57.1%) выявлено наличие фекальной кишечной палочки (ФКП), количество которой колебалось от 2.7 до 603 тысяч бактерий/л (в 223.3 раза), в том числе от 5.4 до 603 тысяч бактерий/л осенью и от 2.7 до 151.2 тысяч бактерий/л летом.

Осенью 2002 года ФКП обнаружена в 11 из 35 проб воды (31,4%), количество которой превышало нормативный уровень (до 1 тысячи бактерий/л) в 5.4-603 раза. Количество бактерий при входе реки в черту города (станция №1) составило 5.4 тысячи/л (единственная из 5 проб воды от 20 сентября), а в устье реки Которосль оно возросло до 9-12.6 тысячи/л, то есть в черте города уровень фекального загрязнения воды увеличился в 2 раза.

Летом 2003 года ФКП выявлена в 33 из 42 исследованных проб воды (78.6%), количество которой превышало нормативный уровень в 2.7-151.2 раза. Количество бактерий при входе реки в черту города (станция №1) колебалось от 6.3 до 17.1 тысячи/л, а в устье реки Которосль от 2.7 до 33.3 тысячи/л.

Патогенная флора не обнаружена в 75 из 77 (97.4%) исследованных проб воды, причем осенью 2002 года она не выявлена ни в одной из 35 исследованных проб воды, а летом 2003 – только в 2 из 42 проб

воды, в том числе 3 июля на станции №3 (район стока завода «Русские краски») – 333 бактерии/л и на станции №4 (сток вокзала Ярославль-Главный) – 2333 бактерии/л.

В 14 пробах из 77 (18.2%) выявлены БОЕ-фаги, в количестве от 333 до 5666 БОЕ/л (в 17 раз), в том числе от 333 до 3666 БОЕ/л осенью и от 333 до 5666 БОЕ/л летом. Во всех случаях имело место превышение нормативного уровня (не более 100 БОЕ/л) – от 3.3 до 56.7 раза.

Сопоставляя уровень бактериального и вирусного загрязнения реки Которосль осенью 2002 года и летом 2003 года, необходимо подчеркнуть его чрезвычайно высокий уровень как осенью, так и летом, причем летом интенсивность бактериального загрязнения по коли-индексу оказалась даже выше, чем осенью, особенно если оценивать по количеству проб воды, в которых выявлено превышение нормативного уровня (31% осенью и 80.6% летом). Наиболее высокий коли-индекс отмечен осенью – 603 тысячи бактерий/л против 423 тысяч бактерий/л летом. Еще более высокий уровень бактериального загрязнения речной воды в летний период выявлен по индексу ФКП.

Пристального внимания заслуживает чрезвычайно высокий уровень загрязнения воды фекальной кишечной палочкой в районе водозабора Южной водопроводной станции (станция №5) летом. Из 6 исследованных проб воды в 5 пробах индекс ФКП достигал 3.6-11.7 тысячи бактерий/л, то есть превышал нормативный уровень от 3 до 12 раз. Это чрезвычайно тревожный факт, особенно если учесть, что осенью фекальная кишечная палочка на этой станции была выявлена только в одной пробе из 5 исследованных, в которой индекс ФКП составил 8.1 тысячи бактерий/л. Настораживает и тот факт, что летом в 2 пробах из 42 обнаружена патогенная флора, в то время как осенью во всех 35 исследованных пробах воды она отсутствовала.

Вирусное загрязнение речной воды летом также возросло в сравнении с осенью. Оно прослеживается в увеличении удельного веса проб воды, в которых выявлены БОЕ-фаги (21.4% летом и 14.3% осенью) и в более высокой интенсивности вирусного загрязнения речной воды летом (3.3-56.7 ПДК) в сравнении с осенью (3.3-36.7 ПДК). Особую тревогу вызывает увеличение бактериального загрязнения воды реки Которосль в черте города, которое имело место на фоне чрезвычайно высокого уровня воды в реке на протяжении всего лета.

## ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛОЙ РЕКИ ИЛЬДЬ БАСЕЙНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

*Отюкова Н. Г.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

Бассейн р. Ильди находится в пределах южно-таежной подпровинции Верхневолжской провинции (Физико-географическое районирование..., 1963). Река Ильдь приток второго порядка Рыбинского водохранилища (Ярославская область, Некоузский район). Длина реки 46 км, площадь водосбора 240 км<sup>2</sup>. Большую часть водосборной площади занимают ландшафты «ополья» – искусственные лесостепи с преобладанием распаханых угодий на месте еловых и смешанных лесов. Верховья реки сильно заболочены.

По водному режиму р. Ильдь, как и другие реки Ярославской области, относится к восточно-европейскому типу, который характеризуется ярко выраженным весенним половодьем, летне-осенней низкой меженью, прерываемой иногда паводками, и зимней меженью. Средние сроки окончания половодья зарегистрированы 8 мая, а продолжительность половодья составляет 36 дней (Экосистема..., 2007).

Обычно половодье на реке проходит в виде одной резко выраженной волны стока. Со второй – третьей декады мая, после спада половодья, до конца сентября на р. Ильдь устанавливается летняя межень. По среднемноголетним данным годовое количество осадков несколько различается в верхней и нижней частях бассейна: 590–620 мм и 560–590 мм соответственно. При этом большая часть осадков выпадает в летне-осенний период (Атлас..., 1964).

Наблюдения проводили в 2001–2007 гг. в течение всего вегетационного периода на пяти станциях по продольному профилю реки. Ст. 1 расположена в верховьях реки (~2.5 км от истока), водосборная площадь здесь значительно заболочена, берега мелиорированы. Участок, представляющий собой цепь мелководных (0.3–0.6 м), соединенных между собой и сильно зарастающих бочагов, испытывает антропогенную нагрузку (сброс сточных вод со свинофермы на рельеф). Ст. 2 (~7 км от истока) достаточно глубокий водоем (до 2.5 м), образованный плотиной антропогенного происхождения, который время от времени используют в своих целях бобры. Ст. 3 (~15 км от истока), которая в 2001–2002 гг. была проточным участком с характерным грунтовым питанием на перекате и глубиной от 0.2 до 1.0 м, в 2003 г. оказалась в подпоре бобровой плотины, расположенной ниже

по течению, в результате чего глубины увеличились до 0.6–1.5 м. Ст. 4 (~25 км от истока) участок, периодически находящийся в подпоре бобровых плотин. Бобры активизируют свою строительную деятельность, как правило, к осени, когда уровень воды в реке падает. Весной и летом средняя глубина участка составляет 0.8 м, осенью – 1.2 м. Ст. 5 (~40 км от истока) на протяжении всего периода исследований характеризовалась относительно высокой проточностью, глубинами от 0.3 до 0.8 м и отсутствием влияния зарегулирования как со стороны бобров, так и со стороны водохранилища, поэтому именно этот участок реки рассматривается в качестве фонового.

Пробы воды отбирали один раз в месяц. Химический состав воды оценивали по следующим показателям: рН, цветность, взвешенные вещества, растворенный кислород, двуокись углерода (CO<sub>2</sub>), перманганатная окисляемость (ПО), химическое потребление кислорода (ХПК), биохимическое потребление кислорода за 5 суток (БПК<sub>5</sub>), гидрокарбонаты, хлориды, сульфаты, кальций, магний, натрий, калий.

Основным фактором, определяющим химический состав вод рек, являются почвенно-геологические условия их водосбора. По классификации О.А. Алекина (1970) р. Ильдь как большинство рек лесной зоны Европейской части России можно отнести к гидрокарбонатному классу кальциево-магниевой группы рек со средней минерализацией.

Главными ионами, определяющими состав и минерализацию воды р. Ильдь являются гидрокарбонат-ионы, ионы кальция и магния. При изменении минерализации воды, как в течение года, так и по длине реки, сохраняются следующие соотношения между основными ионами: HCO<sub>3</sub>>Ca>Mg>Na. При этом на долю гидрокарбонатов кальция и магния приходится 70–90%-экв, а натрия – до 10%-экв.

Концентрация хлорид-ионов незначительно изменяется в течение периода наблюдений и составляет 1–6%-экв. Содержание сульфат-ионов в течение года не превышает 2%-экв. В период летне-осенних паводков наблюдается увеличение его содержания до 5–11%-экв в верхнем течении реки, очевидно, за счет привноса их поверхностно-склоновыми водами, формирующими химический состав в верхних слоях почвы. Те же тенденции наблюдаются в отношении иона калия, максимальные концентрации которого во время подъема уровня воды в реке связаны, очевидно, с накоплением и вымыванием его из растительных остатков.

На изменение химического состава речной воды заметное влияние оказывает как антропогенный, так и зоогенный фактор.

Старые погрызы деревьев по берегам и истощение древесно-кустарниковой растительности, а также множество провалов старых бобровых нор свидетельствуют о том, что бобры начали заселять

среднее течение р. Ильдь 15-20 лет назад. А с 2002 г. бобры активизировали свою деятельность и к настоящему времени в среднем течении реки насчитывается 20 бобровых поселений.

На р. Ильдь поселения бобров характеризуются динамичностью, или «локальными перемещениями», которые известны давно и отмечены во многих местах [3]. Одна бобровая семья занимает участок реки 1.5-2 км и, практически, ежегодно меняет места зимовок.

За период наблюдений средние значения суммы ионов составляют 442-546 мг/дм<sup>3</sup>. Наименьшие величины отмечены в многоводном 2006 г. – не более 341 мг/дм<sup>3</sup>, наибольшие – до 584 мг/дм<sup>3</sup> – в 2001, маловодном году.

После того, как бобры активизировали свою строительную деятельность, сохранились основные тенденции изменения величин компонентов химического состава воды по длине реки – плавное снижение от верховьев к устью, при этом амплитуда колебаний суммы ионов в течение вегетационного периода снизилась с 200 мг/дм<sup>3</sup> до 70 мг/дм<sup>3</sup>.

С сооружением плотин в среднем течении реки степень насыщения воды растворенным кислородом в период максимального прогрева снизилась до 61%. Максимальные концентрации двуокиси углерода при минимальных растворенного кислорода отмечены в верховьях реки, где определяющую роль в формировании химического состава воды играет высокая заболоченность водосбора и сброс сточных вод со свинофермы на рельеф и в среднем течении реки, где работают бобровые пруды (табл.). Разложение органических веществ, поступающих с затопленных бобрами древесных остатков служат дополнительным источником поступления в воду фенолов, которые разлагаются с выделением в воду СО<sub>2</sub>, что приводит к более высокому по сравнению с фоновым участком реки содержанию двуокиси углерода в воде. Также СО<sub>2</sub> поступает в воду в процессе биохимического окисления продуктов метаболизма бобров.

Так же как и на всех остальных участках реки, в бобровых прудах концентрация двуокиси углерода является основным фактором, определяющим величину водородного показателя. Значения водородного показателя на станциях, находящихся в зоне влияния жизнедеятельности бобров ниже такового в устьевом участке (7.66 и 8.10, соответственно).

В верховьях реки, где определяющую роль в формировании химического состава воды играет высокая заболоченность водосбора, концентрация органического вещества (по перманганатной окисляемости и химическому потреблению кислорода в течение всего периода наблюдений была максимальной. На этих же станциях отмечены максимальные величины цветности воды (табл.).

На р. Ильдь на станции 2, где давно функционирует пруд, задерживается основная масса взвешенного органического вещества, поступающего из верховья реки. Поэтому концентрация органического вещества на станциях в среднем и нижнем течении может значительно снижаться по сравнению с верховьями. В среднем течении реки, где расположен каскад бобровых плотин, количество органического вещества выше по сравнению с таковым в устьевом участке (табл.). Поставщиком дополнительной органики может служить перегнивающая древесно-кустарниковая растительность, не использованная бобрами. Кроме того, дефекация у бобров происходит только в воде, что способствует поступлению растворимых веществ в водоток.

Средние за период исследований значения показателей химического состава воды р. Ильдь

№ станции	Цветн., град.	СО <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	ПО, мгО/дм <sup>3</sup>	ХПК, мгО/дм <sup>3</sup>	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
1	128	18,5	22,8	55,9	5,9
2	150	8,5	25,7	57,6	4,0
3	111	9,3	17,0	39,4	2,2
4	106	12,8	14,8	33,5	2,3
5	89	5,1	12,0	27,1	1,9

По величине БПК<sub>5</sub> (Физико-географическое районирование..., 1963) воду р. Ильдь можно отнести к категории чистых или умеренно загрязненных вод. Зарегулирование стока реки в результате антропогенной и зоогенной деятельности приводит к увеличению содержания органического вещества и, как следствие, к возрастанию биохимической потребности в кислороде до значений, характерных для загрязненных, а временами – для грязных и очень грязных вод.

#### Литература

- Алекин О.А.* Основы гидрохимии. Л., 1970. 444 с.  
*Атлас Ярославской области.* М.: Изд-во ГУГиК, 1964.  
*Завьялов Н.А., Крылов А.В., Бобров А.А., Иванов В.К., Дгебуадзе Ю.Ю.* Влияние речного бобра на экосистемы малых рек. М.: Наука, 2005. 186 с.  
*Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши.* Л.: Гидрометеиздат, 1977. 336 с.  
*Физико-географическое районирование нечерноземного центра.* М.: Изд-во МГУ, 1963. 184 с.  
*Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды.* М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. 372 с.

## ДИНАМИКА РЫБНЫХ ЗАПАСОВ И ВЫЛОВА РЫБЫ НА ЯРОСЛАВСКОМ ПРОМЫСЛОВОМ УЧАСТКЕ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

*Постнов Д.И., Минин А.Е.*

*Нижегородская лаборатория ФГНУ ГосНИОРХ*

Материалами для написания статьи послужили фондовые материалы Нижегородской лаборатории ФГНУ ГосНИОРХ (начиная с 1978 г.), данные современных траловых и неводных съемок (1999-2007 гг.) и сведения промысловой статистики. На основании существующих методик (Методические указания..., 1990; Шибает, 2004) проводился сравнительный анализ временных изменений структуры рыбного населения, а также материалы научно-исследовательских съемок и промысловой статистики.

Ярославский рыбопромысловый участок Горьковского водохранилища территориально почти целиком расположен на верхнем речном отделе водохранилища. Незначительные площади имеются на Костромском разливе. Площадь его около 15 тыс. га. Площадь мелководий 2,1 тыс. га. Заросли макрофитов незначительны. По уровню развития кормовой базы участок можно охарактеризовать как среднекормный. Среднегодовое количество биомассы зоопланктона и зообентоса соответственно равны  $0,4 \text{ г/м}^3$  и  $8,1 \text{ г/м}^3$  (Разработка..., 2000).

В 1970-е – 1980-е годы добыча рыбы на Ярославском участке Горьковского водохранилища проводилась одной бригадой рыбаков (10-15 человек) с использованием одного 500-метрового невода. Осваивались рыболовные тони ниже г. Ярославля. В этот период уловы с участка составляли в среднем 58,3 т (40-70 т). Видовой состав уловов представлен в табл. 1.

В настоящее время статистические данные по вылову довольно значительно отличаются от показателей вышеуказанного периода, как по суммарной величине, так и по составу. Общий вылов на участке упал почти вдвое, что связано, как с уменьшением запасов, так и с качеством статистических данных. Последнее, в свою очередь, связано с количеством задействованных в промысле организаций и рыбаков. Ранее добычу рыбы осуществлял один Ярославский рыбзавод с количеством рыбаков до 15 человек. В последние годы ловлю рыбы на участке проводят до 12 организаций с числом рыбаков от 65 до 94. Расширение видового состава уловов может быть связано как с изменением структуры промысловой базы (роль сетного лова), изменением видового состава рыбного населения, так и с повышением грамотности добытчиков (ранее часто путали берша с судаком, густеру и белоглазку с мелким лещом).

Таблица 1

Статистические данные по вылову рыбы на Ярославском  
промысловом участке Горьковского водохранилища

Виды рыб	Вылов			
	1970-е – 1980-е гг.		2000-е гг.	
	т	%	т	%
Лещ	41,9	71,8	18,1	52,9
Судак	1,5	2,6	1,2	3,6
Щука	2,2	3,8	0,7	1,9
Налим	-	-	0,3	0,8
Жерех	7,5	12,8	1,4	4,1
Сом	0,7	1,3	0,1	0,4
Плотва	2,2	3,8	4,8	14,0
Чехонь	1,5	2,6	1,8	5,3
Язь	0,7	1,3	0,4	1,1
Окунь	-	-	1,6	4,8
Берш	-	-	0,3	1,0
Густера	-	-	0,7	2,0
Синец	-	-	2,3	6,7
Белоглазка	-	-	0,1	0,3
Карась	-	-	0,2	0,5
Линь	-	-	0,2	0,6
Всего:	58,3	100	34,2	100

Анализ встречаемости в траловых уловах различных видов (табл. 2) показывает, что она снизилась по всем таксонам за исключением леща, который был и является в настоящее время доминантом в русловой части водохранилища. Полностью выпала из состава рыбного населения русла стерлядь. Значительно снизилась вероятность встречи чехони и синца.

Общая биомасса рыбы в глубоководной части Горьковского водохранилища за наблюдаемый период значительно снизилась (табл. 30). Следует отметить, что максимальные показатели биомассы отмечены для 1990-х гг., хотя по промысловой статистике уловы в эти годы самые низкие. По количественным показателям развития рыбного населения (биомассе) в русле абсолютным доминантом является лещ. Этот вид рыбы определяет общий показатель вылова рыбы в глубоководной части промыслового участка. Однако его доля в

общей биомассе за четверть века наблюдений снизилась с 92 до 75%.  
Общее видовое разнообразие уловов увеличилось в 2 раза. Индекс Шеннона за наблюдаемый период вырос с 0,66 до 1,33.

Таблица 2  
Встречаемость и средний размер рыбы в русловой зоне Горьковского водохранилища на Ярославском промысловом участке

Виды рыб	Встречаемость, %			L ср., см		
	80-е	90-е	2000-е	80-е	90-е	2000-е
Белоглазка	5,0	26,9	11,1	19,8	18,7	22,0
Берш	37,5	19,2	11,1	29,6	30,0	35,0
Густера	82,5	76,9	44,4	14,5	15,9	16,0
Ерш	10,0	3,8	0,0	7,1	9,0	-
Жерех	12,5	15,4	11,1	52,0	38,3	38,0
Карась	2,5	0,0	11,1	25,0	-	25,0
Лещ	100,0	100,0	100,0	22,1	22,9	24,1
Налим	12,5	26,9	0,0	37,4	41,5	-
Окунь	0,0	3,8	0,0	-	13,0	-
Плотва	35,0	42,3	11,1	15,3	19,6	23,0
Синец	52,5	53,8	22,2	22,0	23,7	26,3
Сом	0,0	3,8	0,0	-	79,0	-
Стерлядь	37,5	0,0	0,0	44,2	-	-
Судак	55,0	38,5	33,3	32,4	47,7	37,5
Чехонь	72,5	50,0	0,0	28,8	22,2	-
Щука	15,0	11,5	11,1	63,0	61,5	65,0
Язь	20,0	11,5	11,1	33,3	26,6	31,5

Предварительные неводные съемки 2007 г. (невод 300 м, ячея 40 мм) показали, что биомасса промысловых рыб в прибрежной зоне рассматриваемого участка значительно выше, чем в русловой части (табл. 4). Доминирующая роль в уловах здесь также принадлежит лещу. Значительна доля в улове жереха и судака. Общая доля этих трех видов около 90%.

На участке Костромских разливов плотность рыбного населения значительно выше. Средняя биомасса здесь по данным неводных съемок (невод аналогичный) 40,3 кг/га. Доминирование леща в уловах еще более выражено (90%).

Таблица 3

## Биомасса рыбы в русловой зоне Горьковского водохранилища на Ярославском промысловом участке

Виды рыб	Биомасса, кг/га			Биомасса, %		
	80-е	90-е	2000-е	80-е	90-е	2000-е
Белоглазка	0,0	0,10	0,03	0,0	0,3	0,1
Берш	0,1	0,08	0,05	0,4	0,3	0,3
Густера	0,3	0,88	0,14	1,6	2,8	0,8
Ерш	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Жерех	0,1	0,08	2,44	0,4	0,2	13,8
Карась	0,0	0,00	0,12	0,0	0,0	0,7
Лещ	20,2	27,86	13,25	91,7	88,7	74,8
Налим	0,0	0,12	0,00	0,1	0,4	0,0
Окунь	0,0	0,00	0,04	0,0	0,0	0,2
Плотва	0,1	0,28	0,28	0,4	0,9	1,6
Синец	0,4	0,20	0,03	1,9	0,6	0,1
Сом	0,0	0,07	0,00	0,0	0,2	0,0
Стерлядь	0,1	0,00	0,00	0,4	0,0	0,0
Судак	0,3	1,30	1,07	1,4	4,1	6,1
Чехонь	0,2	0,37	0,04	1,1	1,2	0,2
Щука	0,1	0,07	0,17	0,3	0,2	1,0
Язь	0,0	0,02	0,06	0,2	0,1	0,3
Всего	22,1	31,4	17,7	100,0	100,0	100,0

Для выяснения количественных показателей развития молоди рыб на мелководьях участка были проведены съемки мальковым неводом (30 м, ячея 3,6 мм). В улове в основном были представлены рыбы возрастов 0+, 1+. Биомасса молоди составила 79,7 кг/га. Доминантами являются плотва и окунь (вместе 66%). Высокие показатели имеют щука (13,9%) и лещ (9,9%). Перечисленные виды составляют около 90% всего улова.

На основании вышеперечисленных неводных и траловых съемок были произведены расчеты, которые показывают, что в настоящее время общая потенциальная промысловая рыбопродуктивность Ярославского промыслового участка Горьковского водохранилища составляет порядка 13 кг/га. Реальная промысловая рыбопродуктивность составляет 2,2 кг/га. Предварительная оценка уловов рыбаков-любителей – 6 кг/га (Методические указания..., 1979). В целом, без учета неучтенного лова, вылавливается 8,2 кг/га.

Таблица 4

Показатели развития рыбного населения в прибрежной зоне  
Горьковского водохранилища на Ярославском промысловом участке

Виды рыб	Встречаемость, %	N		L <sub>ср.</sub> , см	W <sub>ср.</sub> , г	B	
		экз./га	%			кг/га	%
Белоглазка	33,3	0,2	0,4	22,0	173,5	0,039	0,1
Берш	33,3	0,2	0,4	29,0	332,3	0,074	0,3
Густера	33,3	0,4	0,8	21,0	225,1	0,100	0,4
Жерех	100,0	2,7	4,8	47,0	1821,5	4,857	17,8
Карась	100,0	1,6	2,8	16,6	150,9	0,235	0,9
Лещ	100,0	44,9	81,1	27,2	428,1	19,217	70,4
Окунь	33,3	0,2	0,4	27,0	394,1	0,088	0,3
Плотва	66,7	2,7	4,8	21,3	207,9	0,554	2,0
Судак	66,7	1,8	3,2	43,3	1104,0	1,963	7,2
Чехонь	33,3	0,2	0,4	33,0	359,0	0,080	0,3
Язь	33,3	0,4	0,8	22,0	199,6	0,089	0,3
Всего:		55,3	100,0			27,3	100,0

Таким образом, на Ярославском промысловом участке в настоящее время показатели вылова, с учетом неопределенности (неучтенный лов), близки к оптимальным.

#### Литература

*Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах / Сечин Ю.Т. и др. // М.: ВНИИПРХ, 1990, с.50.*

*Шибяев С.В.* Системный анализ в рыбохозяйственных исследованиях. Калининград, 2004. 314 с.

*Разработка справочно-нормативной базы по рыбному хозяйству крупных внутренних водоемов Европейской части РФ (Горьковское водохранилище).* Отчет Нижегородской лаборатории ГосНИОРХ. Фонды ГосНИОРХ. Н. Новгород, 2000.

*Методические указания по изучению влияния любительского рыболовства на состояние рыбных запасов внутренних водоемов.* Л.: ГосНИОРХ, 1979, с.19.

## МУТАГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ РЕКИ КОТОРОСЛЬ

*Прохорова И.М. \*, Лукьяненко В.И. \*\*, Ковалева М.И. \*,  
Фомичева А.Н. \*, Шешина К.А. \*, Прыгунова О.Е. \*,  
Кондакова Д.С. \*, Солдатова А.А. \**

*\*Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова,  
\*\*Верхневолжское отделение Российской экологической академии,*

Одной из актуальных проблем является загрязнение водной среды. На территории области находится 5703 и 637 озер. Однако обилие водоемов еще не показатель достаточного обеспечения населения качественной питьевой водой. Многие водоемы загрязнены и не должны использоваться не только как источник питьевой воды, но и для хозяйственно-бытовых целей.

Особую опасность представляет загрязнение водоемов генетически опасными соединениями – мутагенами. Воздействие их на организмы приводят к онкологическим заболеваниям, снижению иммунитета, преждевременному старению, аутоагрессивным заболеваниям и другим распространенным патологиям. Мутации в половых клетках передаются следующему поколению и, накапливаясь в популяциях, могут привести вид к вырождению и вымиранию.

Поэтому в настоящее время общепризнана необходимость контроля за мутагенным загрязнением водоемов (Журков, 1998).

Особенно важным является изучение мутагенного загрязнения малых рек, которые играют важную хозяйственную и рекреационно-оздоровительную роль, на их берегах проживает большая часть населения.

Вместе с тем малые реки в силу малой водности являются более уязвимыми при многофакторном антропогенном загрязнении. Примером такой реки является Которосль, которая берет начало из оз.Неро и протекает по трем районам Ярославской области.

Антропогенное воздействие на реку заключается в прямом водозаборе, зарегулированности стока, сбросе промышленных и бытовых сточных вод, влиянии сельского хозяйства, использовании территориальных и рекреационных ресурсов самой реки большими группами населения.

Кафедрой морфологии Ярославского государственного университета им. П.Г.Демидова проводится многолетний мониторинг мутагенной активности воды и донных отложений р. Которосль. Данная работа представляет часть этих исследований, задачей которых было изучение пространственного распределения и временной динамики

мутагенной активности воды. Отбор проб воды проводили на 11 станциях в апреле, июле и октябре 2007 г. Оценивали суммарную мутагенную активность (СМА) проб воды (Журков, 1998; Методические указания..., 1990).

Пространственное распределение СМА оценивали с использованием трех тестов: теста видимых мутаций (ВМ) у *Chlorella vulgaris* (метод макроколоний) (Ваулина и др., 1975), теста доминантных летальных мутаций (ДЛМ) у *Drosophila melanogaster* (Литвинова, Шварцман, 1974), теста учета хромосомных aberrаций (ХА) в меристеме *Allium cepa* (Nielsen, Rank, 1994; Türkoğlu, 2007).

Временная динамика СМА оценивалась по результатам одного показателя – частоты ХА в меристеме *Allium cepa*.

Такой сочетание методов позволяет выявлять достаточно широкий спектр генетических нарушений (генные, хромосомные и геномные мутации). Использование многоклеточных организмов позволяет регистрировать как прямые мутагены, так и промутагены, приобретающие мутагенную активность в процессе метаболизма в животном и растительном организме, и, снизить, таким образом, вероятность ложноотрицательного результата.

Для сравнения результатов, полученных в разных тестах, нами использовался такой показатель как «выраженность мутагенной активности» (ВМА). Она определялась в тестах с *Ch. vulgaris* и *Dr. melanogaster* как кратность превышения индуцированных ВМ или ДЛМ над контрольным уровнем, в тесте с *A. cepa* – как превышение процента индуцированных ХА над спонтанным уровнем (Прохорова, Ковалева, 2002; Прохорова, Фомичева, 2003).

О пространственном распределении генотоксической активности воды делалось заключение на основании анализа проб, отобранных 24 апреля 2007 г. Результаты исследований представлены в таблице. Анализ полученных данных показал, что мутагенная активность воды проявляется во все изученные сроки хотя бы в одном из тестов.

Так вода всех изученных проб достоверно повышает частоту ДЛМ у дрозофилы, следовательно, в воде на всех участках содержатся генетически активные факторы, способные нарушать наследственность у животных организмов. Наибольшая концентрация отмечается в устье реки (ст.1) в конце апреля.

Пробы воды способны индуцировать ХА и в меристеме *Allium cepa*. Эти факторы обнаруживаются также на всем протяжении реки, следовательно, в воде содержатся и мутагены, вызывающие хромосомные перестройки типа делеций и транслокаций в растительных клетках.

Мутагенная активность воды р.Которосль

Станция, Дата отбора проб	Частота ВМ у <i>Ch.vulgaris</i>	Частота ХА у <i>Allium cepa</i>	Частота ДЛМ у <i>Dr.melanogaster</i>
	<u>Хср. ± m,%</u> контроль	<u>Хср. ± m,%</u> контроль	<u>Хср. ± m,%</u> контроль
д. Белогостицы (№ 6), 24.04.07 г.	<u>1,75±0,48</u> 0,47±0,27	<u>2,22±0,47*</u> 0,39±0,16	<u>18,94±3,67*</u> 6,31±2,95
24.07.07 г.	<u>0,51±0,27</u> 0,32±0,16	<u>1,49±0,25*</u> 0,36±0,22	-
25.09.07 г.	-	<u>2,11±0,43*</u> 0,47±0,29	<u>33,79±4,11*</u> 6,43±1,88
г. Гаврилов Ям (№5) 24.04.07 г.	<u>0,70±0,47</u> 0,47±0,27	<u>4,41±0,59*</u> 0,39±0,16	<u>17,15±4,20*</u> 5,21±2,65
24.07.07 г.	<u>0,59±0,34</u> 0,32±0,16	<u>1,63±0,36*</u> 0,36±0,22	-
25.09.07 г.	-	<u>0,53±0,33</u> 0,47±0,29	<u>24,38±6,82*</u> 6,43±1,88
б/о Прибрежный (№4) 24.04.07 г.	<u>2,39±1,08</u> 0,47±0,27	<u>3,35±1,02*</u> 0,39±0,16	<u>18,46±3,35*</u> 5,21±2,65
24.07.07 г.	<u>0,67±0,45</u> 0,32±0,16	<u>1,60±0,49</u> 0,36±0,22	-
25.09.07 г.	-	<u>1,62±0,30*</u> 0,47±0,29	<u>36,49±7,72*</u> 10,27±3,58
пос. Карабиха (№3) 24.04.07 г.	<u>1,55±0,33</u> 0,47±0,27	<u>3,15±0,25*</u> 0,39±0,16	<u>19,40±4,46*</u> 5,21±2,65
24.07.07 г.	<u>0,79±0,53</u> 0,32±0,16	<u>2,62±0,35*</u> 0,36±0,22	-
25.09.07 г.	-	<u>1,69±0,44*</u> 0,47±0,29	<u>24,43±3,51*</u> 10,27±3,58
д. Пеньки (№2) 24.04.07 г.	<u>1,05±0,63</u> 0,47±0,27	<u>1,55±0,46*</u> 0,39±0,16	<u>24,55±6,18*</u> 5,21±2,65
24.07.07 г.	<u>0,33±0,16</u> 0,32±0,16	<u>2,27±0,32*</u> 0,36±0,22	-
25.09.07 г.	-	<u>3,19±0,35*</u> 0,47±0,29	<u>23,53±2,77*</u> 10,27±3,58
Сток перед ЮВС (№11) 24.04.07 г.	<u>0,92±0,35</u> 0,47±0,27	<u>2,19±0,15*</u> 0,39±0,16	<u>21,77±4,95*</u> 6,31±2,95
24.07.07 г.	<u>0,49±0,29</u> 0,32±0,16	<u>3,17±0,66*</u> 0,36±0,22	-
25.09.07 г.	-	<u>2,02±0,22*</u> 0,47±0,29	<u>21,88±4,82*</u> 6,43±1,88
Водозабор ЮВС г. Ярославля (№10) 24.04.07 г.	<u>1,66±1,04</u> 0,47±0,27	<u>4,58±0,52*</u> 0,39±0,16	<u>20,81±4,59*</u> 6,31±2,95
24.07.07 г.	<u>1,07±0,52</u> 0,32±0,16	<u>1,28±0,52</u> 0,36±0,22	-
25.09.07 г.	-	<u>2,94±0,33*</u> 0,47±0,29	<u>21,95±4,46*</u> 6,43±1,88

Сточная канава ст. Яр. Главный (№9) 24.04.07 г.	$1,21 \pm 0,37$ $0,47 \pm 0,27$	$5,56 \pm 0,94^*$ $0,39 \pm 0,16$	$24,38 \pm 4,46^*$ $6,31 \pm 2,95$
24.07.07 г.	$1,10 \pm 0,29$ $0,32 \pm 0,16$	$2,45 \pm 0,35^*$ $0,36 \pm 0,22$	-
25.09.07 г.	-	$5,89 \pm 1,30^*$ $0,47 \pm 0,29$	$19,58 \pm 3,64^*$ $6,43 \pm 1,88$
Завод «Русские краски» (№8) 24.04.07 г.	$0,84 \pm 0,28$ $0,47 \pm 0,27$	$2,23 \pm 0,53^*$ $0,39 \pm 0,16$	$31,12 \pm 2,41^*$ $6,31 \pm 2,95$
24.07.07 г.	$0,54 \pm 0,07^*$ $0,32 \pm 0,16$	$1,54 \pm 0,21^*$ $0,36 \pm 0,22$	-
25.09.07 г.	-	$1,29 \pm 0,19^*$ $0,47 \pm 0,29$	$37,71 \pm 3,25^*$ $6,43 \pm 1,88$
Ливневая канава с Московского пр-та (№7) 24.04.07 г.	$1,07 \pm 0,27$ $0,47 \pm 0,27$	$3,04 \pm 1,55$ $0,39 \pm 0,16$	$18,94 \pm 3,67^*$ $6,31 \pm 2,95$
24.07.07 г.	$1,23 \pm 0,51$ $0,32 \pm 0,16$	$2,92 \pm 0,53^*$ $0,36 \pm 0,22$	-
25.09.07 г.	-	$2,85 \pm 0,88^*$ $0,47 \pm 0,29$	$29,15 \pm 0,81^*$ $6,43 \pm 1,88$
Устье реки Которосль (№1) 24.04.07 г.	$1,94 \pm 1,04$ $0,47 \pm 0,27$	$2,66 \pm 0,85^*$ $0,39 \pm 0,16$	$25,99 \pm 6,68^*$ $5,21 \pm 2,65$
24.07.07 г.	$0,17 \pm 0,17$ $0,32 \pm 0,16$	$1,32 \pm 0,55$ $0,36 \pm 0,22$	-
25.09.07 г.	-	$1,82 \pm 0,25^*$ $0,47 \pm 0,29$	$20,39 \pm 2,10^*$ $10,27 \pm 3,58$

\* - различие с контролем достоверно при  $p < 0,05$

Менее выражена мутагенная активность при воздействии на одноклеточные организмы (статистически достоверное повышение частоты ВМ у зеленой водоросли хлореллы отмечено только на одной станции – ст.8 (ОАО «Русские краски»). Возможно, такое различие результатов, полученных в тесте с хлореллой и двух других тестах объясняется тем, что основную часть генетически опасных соединений в воде р. Которосль составляют промутагены, приобретающие ДНК-тропную активность в процессе метаболической активации в животных (*Drosophila melanogaster*) и растительных организмах (*Allium cepa*).

Обобщая полученные данные, можно сделать вывод, что вода р. Которосль на всем протяжении от истока до устья обладает мутагенной активностью, то есть содержит мутагены. Сравнение данных о мутагенной активности воды в 2007 с 2006 годом, не позволяет отметить улучшение качества воды р. Которосль.

## Литература

*Ваулина Э.Н., Аникеева И.Д., Коган И.Г.* Одноклеточная зеленая водоросль хлорелла – удобный объект для исследования мутагенности факторов окружающей среды. М.: Наука, 1975, с.54-57.

*Журков В.С.* Методология интегральной оценки мутагенных загрязнений водных объектов // Мутагены и канцерогены в окружающей среде. С.-Пб.: С-ПбГУ, 1998, с.126-130.

*Литвинова Е.М., Шварцман П.Я.* Индукция поздних эмбриональных леталей в половых клетках дрозофилы при действии этиленмина // Химический мутагенез (Сб. науч. трудов). Л.: Изд-во ЛГУ, 1974, с.117-119.

*Методические указания по экспериментальной оценке СМА загрязнений воздуха и воды.* М.: МЗ СССР, 1990. 25 с.

*Прохорова И.М., Ковалева М.И.* Генотоксический мониторинг экологического состояния верхней Волги // Научные аспекты экологических проблем России. М: Наука, 2002, с.355-362.

*Прохорова И.М., Фомичева А.Н.* Патология митоза как показатель генотоксического загрязнения водоема // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. Спец. выпуск №2, 2003, с.15-19.

*Современное состояние экосистемы оз. Неро.* Рыбинск: ИБВВ РАН, 1991. 176 с.

*Фомичева А.Н., Прохорова И.М., Кудряшова М.А., Пузырева И.А.* Мутагенное загрязнение воды р. Которосль в поздне-осенний период // Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 200-летию Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова. Биология, экология, химия, безопасность жизнедеятельности. Ярославль: ЯрГУ, 2003, с.80-84.

*Nielsen M.N., Rank J.* Screening of toxicity and genotoxicity in wastewater by use of the Allium test // Hereditas, 1994, v.121, №3, p.249-254.

*Türkoğlu Ş.* Genotoxicity of five food preservatives tested on root tips of *Allium cepa* L. // Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 2007, v. 626, №1-2, p.1-3.

## ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МАЛЫХ РЕК ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

*Рохмистров В.Л.*

*Ярославский государственный педагогический университет  
им. К.Д. Ушинского (ЯГПУ)*

В облике ландшафта городов Европейской России вы всегда найдете элементы гидрографической сети. Малая гидрографическая сеть представлена в виде русел рек, стариц, пойм и террас, в виде оврагов и балок. Элементы гидросети образуют тот природный «каркас» территории города, на котором происходит хозяйственная деятельность. Это наиболее динамичный гидролого-геоморфологический объект, который пронизывает все морфологические зоны городских территорий. Одно из ведущих мест в переформировании морфологии гидрографической сети городской территории принадлежит живой силе потока, сравнимой с техногенными процессами. Для городских территорий нередко регрессивная эрозия водных потоков, и она возрастает по мере увеличения площади водосбора и длины реки. Связано это с тем, что потоки «городских» рек, как правило, находятся вне предела города и поэтому редко являются объектами хозяйственного регулирования.

Воздействие на городскую среду оказывает не только живая сила потока, которую, в общем-то, и формирует эта среда. Отсюда следует: городская среда и малые «городские» реки тесно взаимосвязаны.

Малая гидрографическая сеть городов может быть транзитной, как например: г. Данилов – река Пеленга, г. Любим – река Обнора и т.д., и заканчиваться в пределах городских и поселковых территорий. Последние количественно преобладают. Она, как правило, меньших размеров и их гидрологический режим во многом зависит от городской техноструктуры. Негативные антропогенные последствия воздействия более резко проявляются на самых малых речных системах, чем на крупных.

Нами проведены исследования стока пятнадцати рек и ручьев территории Ярославля, длиной от 0,9 до 10,1 км<sup>2</sup>, водосборной площадью от 1,0 км<sup>2</sup> до 27,3 км<sup>2</sup> (табл.). Для сопоставления рек городских территорий с более крупными речными системами взяты р. Которосль, пересекающая город на две части и весьма значимая в ландшафте и р. Пахма – приток р. Которосли, большей частью протекающая вне города и поэтому сохранившая естественные гидрохимические качества воды.

Таблица 1

Гидролого-гидрографические параметры рек и ручьев  
г. Ярославля и прилегающих окрестностей

	водный объект	длина l, km	площадь	уклон	норма стока	русловой сток м <sup>3</sup> /с											
						лето			зима			весна					
						50%	95%	95%	50%	95%	50%	95%	50%	95%			
1.	р.Котгоросль	132,0	6370,0	0,61	40,131	38,847	16,243	6,561	10,574	6,497	608,516	297,784					
2.	р.Пахра	55,60	60,000	1,58	3,906	1,536	0,618	0,996	0,612	75,806	30,645						
3.	р.Нора	7,4	12,7	6,48	0,082	0,079	0,022	0,014	0,017	0,011	2,870	1,250					
4.	р.Урочь	10,1	15,3	0,69	0,093	0,086	0,031	0,017	0,024	0,018	2,143	1,236					
5.	р.Дунайка	6,7	27,3	2,54	0,163	0,150	0,062	-0,017	0,040	0,027	5,005	1,903					
6.	р.Толгоболка	8л	21,3	6,67	0,125	0,113	0,038	0,019	0,029	0,020	4,150	1,680					
7.	руч. Заостровка	4,6	12,5	1,30	0,077	0,071	0,024	0,013	0,019	0,012	2,640	1,040					
8.	Петропавловский ручей	0,6	1	6,82	0,012	0,011	0,004	0,001	0,003	0,002	0,610	0,246					
9.	Троицкий ручей	3,3	6,0	4,54	0,045	0,015	0,011	0,007	0,009	0,006	1,342	0,543					
10.	Твороговский ручей	2,6	3,9	3,84	0,029	0,024	0,014	0,006	0,007	0,005	0,101	0,406					
11.	руч. Ершов	0,6	1,4	1,83	0,015	0,013	0,002	0,001	0,002	0,001	0,670	0,297					
12.	руч. Бурчихинский (Буровский)	1,65	2,2	7,09	0,019	0,017	0,005	0,003	0,004	0,002	1,530	0,702					
13.	руч. Паутонец	1,1	1,3	1,12	0,015	0,013	0,002	0,001	0,002	0,001	0,671	0,227					
14.	руч. Зеленковский	0,3	1,0	2,37	0,011	0,010	0,003	0,001	0,002	0,001	0,590	0,238					
15.	руч. Каварлакский	0,8	1,4	6,25	0,015	0,013	0,002	0,001	0,002	0,001	0,680	0,300					

*Которосль* образуется от слияния рек Векса и Устье, впадает в Волгу. Является источником водоснабжения южной части города. Водозабор находится в застойной, сильно загрязненной зоне. Купаться в черте города не рекомендуется.

*Пахма* берет начало из заболоченного Спасского озера, впадает в р. Которосль. У с. Богослов имеется гидрологический пост. Долина трапециевидная, с плоским узким дном, шириной от 150 до 400 м. Глубина вреза 8 – 20 м. Глубина реки в межень 0,4 – 0,8 м, в бочагах до 2 м. Отдельные участки русла сплошь зарастают водными растениями. Пахма – единственная река из исследованных рек с водой бактериологически отвечающим нормам СанПиНа. По этим причинам она принята у нас за эталон.

*Нора* образуется из двух пересыхающих ручьев, находящихся в болотистой местности вблизи д. Порошино. Далее протекает вблизи полигона «Скоково», впадает у пос. Норское в Волгу. Одна из самых загрязненных городских рек Ярославля. Ширина долины 70 – 200 м, глубина вреза до 35 м, глубина русла в межень 8 – 15 см.

*Урочь* – истоки у Ляпинских карьеров, устье – у Толбухинского моста Волги. Ширина долины в нижнем течении до 200 м, глубина вреза 18-20 м, глубина реки 15-20 см.

*Дунайка* – образуется от слияния нескольких родников восточных склонов Карабихской моренной гряды у пос. Нагорный. В верхнем течении прерывается мелиоративными системами. Впадает в Волгу на южной окраине Ярославля. Ширина долины до 150 – 200 м, слабо выражена в рельефе. Сейчас используется как место сброса снега с городских улиц. Кроме того, в Дунайку стекают различные хозяйственные отходы. Дунайка, наряду с р. Норой, грязнейшие водотоки Ярославля.

*Толгоболка* – левый приток Волги. Ее начало в урочище Крюково, у водораздела Даниловской возвышенности и Тутаевского моренного плато. Принимает множество мелиоративных каналов. В Волгу впадает у Толжского монастыря. Сравнительно с другими ручьями чистая в химическом качестве воды, но не лучше их в бактериологическом.

*Ручей Заостровка* берет начало из карьера у пос. Холмогор, протекает по заболоченной второй террасе Волги и впадает в нее ниже по течению «Верхнего Острова». В гидрохимическом отношении – незагрязненный ручей, в бактериологическом показатели отрицательные.

*Троицкий ручей* образуется от слияния родников у поселения Ломки, впадает в р. Которосль у с. Карачиха, протекает к югу от кладбища Чурилково. Ручей сильно загрязнен, особенно бактериологически.

*Петропавловский ручей* протекает по территории одноименного парка. Вода родника пахнет сероводородом, отрицательные показатели по ряду гидрохимических показателей, но высокие по бактериологическим.

*Твороговский ручей* – правый приток р. Которосль – начинается из болота у Забелиц. Русло завалено хозяйственно-бытовыми отходами. Вода ручья сильно загрязнена по всем показателям.

*Ершов ручей* берет начало из родника подошвы второй террасы р. Которосль у Мышкинского проспекта и впадает в Которосль у железнодорожного моста. Все гидрохимические и бактериологические показатели весьма плохие.

*Ручей Паутовец* – начало его во дворе бывшего авторемонтного завода в подошве второй надпойменной террасы Которосли, впадает в реку у церкви Николы Мокрого. Один из самых загрязненных ручьев г. Ярославля.

*Бурчихинский ручей* – правый приток Волги, впадает в нее ниже Ивановково, начинается из подножья коренного берега, вследствие выхода родника. В половодье превращается в мощный шумящий поток, за что и получил название – «бурчит». Сплавщики леса использовали устья ручья для отстоя плотов. Ручей имеет относительно хорошие гидрохимические показатели.

*Зеленцовский ручей* протекает в площади Петропавловского парка, начало ему дают пластовые выходы грунтовых вод, близко залегающих к поверхности земли. Дебит ручья зависит от метеоусловий: во время ливней или продолжительных дождей достигает 2 – 4 л/с, в жаркие сухие дни падает до нуля. Гидрохимические и органолептические характеристики по металлам отрицательные, бактериологические хорошие.

*Ковардаковский ручей* протекает внутри городских застроек Красноперекопского района, от улицы Малой Пролетарской у Московского проспекта. Режим неустойчивый, пересыхает в зимнюю и летнюю межень. Вода ручья сильно загрязнена.

Режим стока городских рек сложнее и многообразней загородных рек, особенно в летнее время. Зимой уровенный режим загородных ручьев и малых рек более или менее устойчив. В теплые зимы с частыми оттепелями ручьи не имеют устойчивого ледостава и поэтому их уровень и сток постоянный. В холодные зимы малые реки оказываются под ледовым панцирем. Питаются они только подземными (преимущественно грунтовыми) водами, запасы их к весне истощаются и поэтому сток рек к марту снижается к минимуму и многие из них перемерзают. Различен так же режим внутригородских и окрестных (пригородных) рек.

Таблица 2  
Гидрохимические и бактериологические характеристики рек и ручьев  
г. Ярославля и прилегающих окрестностей

водный объект	сливицы измерения											
	мутность мг/л	цветность градус	рН, взвешенная показатель	сухой остаток мг/л	кальций Са <sup>2+</sup> мг/л	магний Mg мг/л	жесткость мг-экв/л	хлориды Cl <sup>-</sup> мг/л	сульфаты So <sup>-</sup> мг/л	железо общее мг/л	марганец Mn мг/л	мышьяк мг/л
1. р. Которосль	0.8	24	8.65	186.0	34.02	12.6	2.7	10.5	22.0	0.12	0.06	0.00
2. р. Пахма	1.1	37	7.64	313.0	65.13	42.6	6.8	22.0	42.2	0.26	0.27	0.00
3. р. Нора	2.8	58	7.75	320.0	55.11	15.2	4.0	60.0	30.0	0.64	19.8	0.00
4. р. Урочье	1.5	26	8.05	275.0	70.14	41.28	5.28	32.5	26.0	0.86	0.023	0.00
5. р. Дунайка	8.4	43	7.14	411.0	72.12	22.14	6.36	66.0	24.0	7.2	1.4	0.00
6. р. Толгоболка	1.2	2.8	7.61	283.6	69.08	16.2	5.04	116.0	53.0	0.14	0.09	0.00
7. руч. Заспровка	1.1	3.7	7.63	301.1	53.0	48.1	4.81	83.0	48.0	7.41	0.43	0.00
8. Петропавловский ручей	2.0	29	7.72	349.0	66.10	25.50	5.40	31.0	16.0	0.64	0.25	0.00
9. Троицкий ручей	17.4	38	7.57	558.0	80.16	15.20	5.25	137.5	64.0	0.66	0.58	0.00
10. Твороговский ручей	14.9	63	7.61	412.0	57.0	32.0	5.87	49.0	60.0	0.73	0.31	0.00
11. руч. Ершов	2.1	43	7.59	576.0	98.0	46.0	8.89	68.0	102.0	0.80	1.43	0.00
12. руч. Бурчихинский	1.7	38	7.23	582.0	106.90	47.0	9.20	52.0	126.0	0.88	1.50	0.00
13. руч. Паутовец	1.3	2.9	7.61	410.0	55.11	42.6	5.06	100.2	48.3	0.21	0.19	0.00
14. руч. Зеленцовский	1.9	27	7.69	340.0	63.0	24.3	5.25	29.0	53.0	0.39	0.23	0.00
15. руч. Кавардаковский	2.4	63	7.64	487.0	66.0	31.4	6.87	34.0	21.1	0.88	0.42	0.00

Таблица 2 (продолжение)

	водный объект	единицы измерения							
		свинец, мг/л	мель, мг/л	цинк, мг/л	нефтепродукты, мг/л	общее микрочисло, шт/мл	коли-индекс, шт/мл		
1.	р.Которосль	0,005	0,002	0,008	0,19	280	100000		
2.	р.Пахма	0,009	0,003	0,004	0,11	38	42		
3.	р.Нора	0,046	100,0	10,0	10,8	560	200000		
4.	р.Урочь	0,031	0,011	0,016	3,88	160	82000		
5.	р.Дунайка	0,029	0,86	12,6	0,80	720	114000		
6.	р.Толгоболка	0,002	0,002	0,004	0,06	838	2000000		
7.	руч. Заостровка	0,0002	0,0002	0,0004	0,52	584	116000		
8.	Петропавловский ручей	0,027	0,014	0,096	0,48	480	6000000		
9.	Троицкий ручей	0,005	0,002	0,008	0,11	3	99		
10.	Твороговский ручей	0,007	0,003	0,011	0,32	836	200000		
11.	руч. Ершов	0,029	0,008	0,019	0,92	416	300000		
12.	руч. Бурчихинский (Буровский)	0,005	0,001	0,001	0,02	43	196		
13.	руч. Паутовец	0,034	0,006	0,022	0,89	346	300000		
14.	руч. Зеленовский	0,005	0,002	0,007	0,09	19	127		
15.	руч. Кавардаковский	0,011	0,009	0,014	0,46	980	6000000		

Пригородные реки ближе по характеру стока к естественным, но они раньше вскрываются и сток их менее устойчивый. Внутригородские реки имеют резко изменчивый режим стока. Подземное питание у них не является основополагающим, главным становится поверхностное дождевое. В холодные зимы, когда в городе устанавливается снежный покров, многие ручьи промерзают и даже вымерзают. В неустойчивые зимы с частыми оттепелями сток рек меняется не только ежесуточно, но и в часовом исчислении.

Половодье в загородных реках в среднемноголетнем режиме приходится на 20-ые числа апреля, в городских реках оно начинается на три-четыре недели раньше, обычно в первую декаду марта. В городских реках проходит оно в замедленном режиме, растянуто, заканчивается к концу апреля – началу мая, когда не только стекают талые снеговые воды, но и истощаются запасы грунтовых вод.

Летне-осенний режим городских рек на 90-95% определяется дождями и температурой воздуха. Короткие грозовые ливни вызывают кратковременный паводок. Длительные обложные дожди – постепенный рост расходов ручьев и рек и быстрый спад уровней после прекращения осадков. В городских реках меженные периоды характернее паводочных половодий. Основная масса объема стока формируется за счет фронтальных обложных осадков.

Гидрохимический сток и бактериологические особенности городских рек существенно отличаются от пригородных и загородных рек (табл. 2). Распространение загрязнений происходит с поверхностным стоком. Городская речная сеть по сути это природная дренажная система, это и система естественной канализации.

Накопление загрязнителей и их консервация начинается с установлением снежного покрова в городе. Основную массу загрязнителей приносят автодорожники, промышленность и жилищно-коммунальное хозяйство. Распространение загрязнителей по городу зависит от многих факторов: от рельефа, состояния различных участков поверхностей, начиная от зеленых зон, сток с которых обычно запаздывает во времени, и кончая водонепроницаемыми породами; от густоты автопотока, от расположения промышленно-бытовых предприятий, от господствующих ветров и многого другого.

Ежегодно в зимний период на улицах города дорожники рассыпают от 5 до 7 тыс. тонн песчано-солевой смеси, в составе которой преобладают хлоридно-натриево-калиевая смесь и еще более двух десятков других веществ, в том числе таких как стронций, магний и марганец. Большая часть песчано-солевой смеси весной выносятся талыми водами в городские реки и ручьи. В итоге в их воде выявлено более сотни химических веществ и соединений.

**РОЛЬ БАКТЕРИОПЕРИФИТОНА МАКРОФИТОВ  
В ПРОЦЕССАХ САМООЧИЩЕНИЯ ВОДОЕМОВ  
(НА ПРИМЕРЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)**

*Рыбакова И.В.*

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

Перифитон – один из основных компонентов биоценозов на мелководьях водохранилищ. Водные растения – идеальный субстрат для эпифитных микроорганизмов, большинство которых являются деструкторами высокомолекулярных органических веществ (ОВ) и после отмирания растений участвуют в их разложении. Рыбинское водохранилище по общим запасам растительности занимает первое место среди Волжских водохранилищ, поэтому вопрос утилизации огромного количества ОВ представляется актуальным.

В смешанных зарослях Волжского плеса отбирали растительный материал и анализировали перифитон полупогруженных (тростник, ситняк, камыш озерный), плавающих (стрелолист, горец) и погруженных (рдест, уруть) растений. Определяли общую численность (ОЧБ), биомассу (Б), деструкцию (Д) ОВ, численность специфических микроорганизмов-утилизаторов и их активность. Бактериальную продукцию (БП) и фотосинтез (Ф) устанавливали радиоуглеродным методом по темновой ассимиляции (ТА) углекислоты с использованием  $\text{NaHC}^{14}\text{O}_3$ .

В обрастаниях ОЧБ изменялась в пределах 553,3-1289,4 млн. кл./г сырой растительной массы с увеличением к осени. Формирование биомассы зависело от количества крупных бактериальных клеток (палочек и нитей), общая численность которых к осени увеличивалась с 2,7 до 12,4 % от ОЧБ. Прижизненное выделение макрофитами большого количества легкоусвояемого ОВ и высвобождение его по мере отмирания и распада водных растений создают условия для обильного развития сапрофитной микрофлоры, бактерий разрушающих клетчатку (КБ), которые активно участвуют в процессах самоочищения водоема. Численность сапрофитов в группе полупогруженных растений изменялось с 2500 тыс. кл./г – летом, до 15958 тыс. кл./г – осенью, на плавающих растениях – с 2297 тыс. кл./г до 20000 тыс. кл./г, соответственно (табл. 1). В группе погруженных растений число сапрофитов не изменялось весь период исследований и было в среднем 1580 тыс.

кл./г. В посевах определяли микроорганизмы, вырабатывающие каталазу, количество которых составило 16-55 % от численности сапрофитов, максимум их регистрировался в обрастаниях погруженных растений. Каталазная активность (КА) бактериальных обрастаний изменялась в пределах 1,9-14,6 мг  $H_2O_2$  /г (при средней 6,0 мг  $H_2O_2$  /г), с увеличением к осени на всех группах растений (табл. 2). Наибольшая активность отмечена в перифитоне плавающих растений. Присутствие значительных количеств клетчаткуразрушающих микроорганизмов в обрастаниях макрофитов свидетельствует о том, что процесс разложения клетчатки идет еще при жизни водных растений. Численность этих бактерий в исследуемый период изменялась в пределах 18,0-560 тыс. кл./г (табл. 1). Максимум их количества отмечен в конце августа в группе полупогруженных и плавающих растений, минимум – летом в перифитоне полупогруженных. В обрастаниях погруженных растений численность КБ менялась незначительно (180-225 тыс.кл./г).

Потенциальная способность разрушать клетчатку (ПСРК) бактериоперифитоном, в расчете на миллион клеток ОЧБ, составила 1,1-2,4 мкг С/сут., в воде зарослей была на порядок ниже - в среднем составляя 0,2 мкг С/сут. Количество микроорганизмов, способных разрушать нефтепродукты, изменялось в пределах 2-1375 тыс.кл./г, максимальные их значения характерны для полупогруженных и плавающих растений, минимальные – для погруженных (табл. 1). В развитии нефтеокисляющих микроорганизмов отмечены два пика – летний, в перифитоне полупогруженных макрофитов, обусловлен интенсивным судоходством и загрязнением побережья нефтепродуктами, осенний – в конце сентября в обрастаниях всех групп растений, поступлением углеводородов растительного происхождения. В воде зарослей число клетчаткуразрушающих и нефтеокисляющих бактерий колебалось в пределах 0,1-13 тыс. кл./мл и 0,001-13 тыс. кл./мл, соответственно, с максимумом в конце августа.

Скорость ТА, в расчете на миллион клеток ОЧБ, в перифитоне изменялась в пределах 0,002-0,008 мкг С/сут. с уменьшением к концу лета (табл. 3). В воде ТА была на порядок ниже и к осени увеличивалась с 0,0002 до 0,001 мкг С/сут. Продукция бактериоперифитона характеризовалась снижением к осени и средние значения были выше в перифитоне плавающих растений – 0,093 мкг С/сут. и погруженных – 0,086 мкг С/сут., на полупогруженных – 0,045 мкг С/сут. В воде зарослей БП составила 0,004-0,017 мкг С/сут. и увеличивалась к

концу лета. Деструкция ОВ, в расчете на 1 грамм растительной массы, изменялась в широких пределах 71,5-230,8 мкг С/сут., снижаясь к концу лета в среднем в 2,7 раза и была максимальной на плавающих растениях. Первичная продукция была максимальной в обрастаниях этой же группы растений (среднее значение 34,4 мкг С/сут.) и минимальным – на полупогруженных (19,8 мкг С/сут.). В течение всего периода исследований деструкционные процессы превышали образование первичной продукции и отношение Ф/Д изменялось от 0,034 до 0,358. Наиболее интенсивно продукционно-деструкционные процессы шли в перифитоне плавающих растений, меньшая активность была в обрастаниях полупогруженных.

Таблица 1  
Численность специфических бактерий в перифитоне макрофитов  
(тыс. кл. на 1 грамм сырой растительной массы)

Время и место отбора проб	сапрофитные	клетчаткуразрушающие	нефтеоокисляющие
19-30.07.01 г.			
полупогруженные	2500	18	1296
плавающие	2297	224	224
погруженные	1575	225	2
15-23.08.01 г.			
полупогруженные	10855	329	160
плавающие	8020	560	124
погруженные	1870	180	17
8-25.09.01 г.			
полупогруженные	15958	130	775
плавающие	20000	250	1375
погруженные	1294	194	700

Результаты исследований показали огромные потенциальные возможности участия бактериоперифитона в продукционно-деструкционных процессах воды и грунтов, оказывая тем самым влияние на качество воды в водохранилище.

Таблица 2

Потенциальная способность разрушать клетчатку и каталазная  
активность бактериоперифитона макрофитов

Время и место отбора проб	КА, мг Н <sub>2</sub> О <sub>2</sub> /г	ПСРК, мкг С/млн.кл.сут. <sup>-1</sup>
16.08.01 г.		
полупогруженные	1,9	-
плавающие	14,6	-
погруженные	4,5	-
23.08.01 г.		
полупогруженные	3,1	1,4
плавающие	6,9	1,1
погруженные	2,1	2,4
8.09.01 г.		
полупогруженные	7,1	1,5
плавающие	3,5	1,3
погруженные	2,8	1,1
24.09.01 г.		
полупогруженные	7,8	1,6
плавающие	9,5	1,9
погруженные	7,8	1,3

Таблица 3

Функциональная активность бактериоперифитона макрофитов

Время и место отбора проб	ТА, мкг С/ млн.кл сут. <sup>-1</sup>	БП, мкг С/ млн.кл. сут. <sup>-1</sup>	Д, мкг С/г сут. <sup>-1</sup>	Ф, мкг С/г сут. <sup>-1</sup>	Ф/Д
19.07.01 г.					
полупогруженные	0,004	0,067	176,4	41,2	0,231
плавающие	0,008	0,130	230,8	37,8	0,167
погруженные	0,007	0,120	206,3	51,4	0,253
1.08.01 г.					
полупогруженные	0,003	0,056	96,0	8,5	0,107
плавающие	0,005	0,083	171,0	53,1	0,358
погруженные	0,004	0,074	107,0	8,9	0,074
20.08.01 г.					
полупогруженные	0,002	0,012	71,5	9,8	0,084
плавающие	0,004	0,065	84,7	12,2	0,118
погруженные	0,004	0,065	74,7	19,0	0,034

## СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА И КАЧЕСТВО ВОДЫ РЫБИНСКОГО И ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

*Соловьёва В.В., Корнева Л.Г.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

Рыбинское (площадь акватории при НПУ 4550 км<sup>2</sup>, объём водной массы 25.4 км<sup>3</sup>) и Горьковское (1591 км<sup>2</sup> и 8.8 км<sup>3</sup>) водохранилища используются для выработки электроэнергии, нужд водоснабжения и водного транспорта, рекреации. Комплексное водопользование предполагает определённые требования к качеству их вод. Среди организмов принимающих участие в биологическом самоочищении водоёмов и формировании качества воды одно из первых мест принадлежит фитопланктону – главному продуценту органического вещества и кислорода. С другой стороны, водоросли, благодаря высокой чувствительности к условиям окружающей среды, одними из первых реагируют на изменения, происходящие в водоёме. Это их свойство используют для характеристики качества поверхностных вод. В системе критериев его комплексной оценки одно из важных мест занимает определение трофии и сапробности по биологическим показателям, в том числе по водорослям (Sládeček, 1973; Китаев, 1984; Окснюк и др., 1993).

Цель исследования – изучить структуру планктонных альгоценозов Рыбинского и Горьковского водохранилищ и дать оценку трофии и сапробности их вод по биомассе фитопланктона и индикаторным видам водорослей. Для этого в 2000–2005 гг. проведены исследования фитопланктона на 30-ти станциях, расположенных в различных плесах Рыбинского водохранилища (май – октябрь) и на 20-ти станциях, расположенных на русловых участках Горьковского (август – октябрь).

В первой половине прошедшего столетия, до строительства плотин, реку Волга по индексу сапробности Пантле–Букка, рассчитанному по показателям фитопланктона, относили к олиго-β-мезосапробной зоне. С конца 1960-х годов – β-мезосапробной, но в отдельные периоды на участках около крупных городов – α-мезосапробной (Рыбинское водохранилище..., 1972; Охапкин, 1978; Корнева, Mineeva, 1996; Охапкин и др., 1997; Экология фитопланктона..., 1999; Экологические проблемы..., 2001; Минеева, Митропольская, 2003). В 1990-е годы по концентрации хлорофилла в воде Рыбинское водохранилище относили к умеренно – эвтрофному типу, Горьковское – к эвтрофному (Экологические проблемы..., 2001).

В фитопланктоне Рыбинского водохранилища за период нашего исследования выявлено 406 видов рангом ниже рода, из которых 206 (51%) относились к показателям сапробности вод. Состав индикаторных таксонов в основном был представлен зелёными водорослями (Chlorophyta) – 105. В остальных группах их число распределилось следующим образом: синезелёные (Cyanophyta) – 32, диатомовые (Bacillariophyta) – 32, эвгленовые (Euglenophyta) – 13, золотистые (Chrysophyta) – 9, криптофитовые (Cryptophyta) – 6, жёлтозелёные (Xanthophyta) – 3 и динофитовые (Dinophyta) – 6. Из общего числа видов – показателей органического загрязнения наибольшая часть относилась к  $\beta$ -мезосапробным (56%) и олиго- $\beta$ -мезосапробным (23%) организмам.

В весенний период по всей акватории водоема преимущественно развивались водоросли индикаторы  $\beta$ - $\alpha$ - и  $\alpha$ -мезосапробных зон. В Шекснинском и Волжском плесах отмечено самое высокое участие  $\alpha$ -мезосапробов, которые создавали в отдельные сроки весенне-летнего периода >50% общей биомассы фитопланктона (в среднем за 2000–2005 гг. 6% и 10% соответственно). В этот период в Волжском плесе доминировали *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg. и *S. hantzschii* Grun., а в Шекснинском и Главном – *Aulacosira islandica* (O.Müll.) Sim., *Asterionella formosa* Hass. и *Stephanodiscus binderanus*. В Моложском плесе с конца июня, а на всей акватории со второй половины июля, преимущественно развивались *Aulacosira granulata* (Ehr.) Sim. и *A. subarctica* (O.Müll.) Haworth. С 2004 г.  $\alpha$ -мезосапробный вид *Actinocyclus normanii* (Greg.) Hust., ранее входивший в число ведущих только в Шекснинском плесе, отмечен в Главном и нижних участках Волжского и Моложского плёсов. В сентябре – октябре в Шекснинском и Главном плесах к ним присоединялись: *Stephanodiscus neoastraea* (Håk. et Hick.) emend. Casper, Scheff. et Aug., *S. binderanus*, *Aulacosira islandica*, *A. ambigua* (Grun.) Sim. и *Melosira varians* Ag.. В летний период наряду с диатомовыми в число доминирующих видов входили синезелёные водоросли, которые в отдельных случаях составляли более 50% от общей биомассы фитопланктона. В Главном плесе и прилегающих к нему речных участках развивались синезелёные  $\beta$ -мезосапробы: *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. и *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. Безгетероцистные синезелёные (хроококковые) из родов *Gloeocapsa* (Kütz.) Hollerb. emend., *Gloeotrichia* J. Agardh и *Microcystis* (Kütz.) Elenk. преимущественно развивались в восточной части водоёма (от Шекснинского плёса до плотины Рыбинской ГЭС),

а обладающие гетероцистами (потенциальные азотфиксаторы) ностокковые из рода *Anabaena* Bory – в западной части, начиная с Моложского плёса. В Волжском плёсе вклад *Aphanizomenon flos-aquae* в общую биомассу фитопланктона был наименьшим. Однако на этом участке наблюдалась самая высокая представленность фитофлагеллят, показателей высокого уровня сапробности: криптононад (*Chroocomonas acuta* Uterm., *Cryptomonas curvata* Ehr. и *C. ovata* Ehr.), динофлагеллят из рода *Glenodinium* (Ehr.) Stein, а также зелёных из рода *Chlamydomonas*, *Pandorina morum* (O.F. Müll.) Bory и *Carteria multifilis* (Fres.) Dill.

Биомасса фитопланктона по акватории Рыбинского водохранилища варьировала в значительных пределах: от 0.027 до 14.146 г/м<sup>3</sup>. Её средние по водоёму величины в отдельные сроки изменялись от 0.497±0.116 до 3.911±1.014 г/м<sup>3</sup> и были сопоставимы с данными последних лет (Экология фитопланктона..., 1999; Экологические проблемы..., 2001; Минеева, Митропольская, 2003). Наибольшие средние биомассы отмечались чаще всего на речных участках: в Моложском – 3.617±0.876 г/м<sup>3</sup> и Шекснинском плёсах – 2.208±0.272 г/м<sup>3</sup>, наименьшие – в Волжском (1.798±0.326 г/м<sup>3</sup>) и Главном (2.136±0.159 г/м<sup>3</sup>). В 2000–2005 гг. индекс сапробности (по биомассе) изменялся от 1.61 до 2.54. В среднем отмечено его увеличение от весны (1.90±0.03) к лету (2.07±0.02) и снижение в осенний период (1.96±0.02). Наиболее высокие величины индекса характерны для речных участков: Моложского – 2.08±0.07, Волжского – 2.07±0.04, Шекснинского – 1.97±0.03 и несколько ниже для озеровидного Главного плёса – 1.92±0.04. В среднем для водоёма наибольший вклад в общую биомассу фитопланктона водохранилища вносили β-мезосапробы (38%). Их участие наиболее высоко в Главном плесе (43%) и несколько ниже в Шекснинском и Волжском (33%). Вклад β-мезосапробов увеличивался от весны (15%) к осени (45%). В Моложском плёсе наряду с β-мезосапробами (18%) преобладали β-α-мезосапробы (21%).

Из общего состава альгофлоры (232 таксона) Горьковского водохранилища 58% составляют виды показатели сапробности вод. Их максимальное количество, как и Рыбинском, отмечалось у зелёных – 66, диатомовых – 29 и синезелёных водорослей – 23. Золотистые были представлены – 6 таксонами, криптофитовые – 5, эвгленовые – 4, жёлтозелёные и динофитовые – по 1. Большинство видов принадлежит к β-мезосапробным (59%) и о-β-мезосапробным (27%) организмам.

Их состав в основном был представлен теми же таксонами диатомовых и синезелёных водорослей, как и в вышележащем водохранилище. В среднем вклад в общую биомассу  $\beta$ -мезосапробных видов уменьшался (62%  $\rightarrow$  37%), а  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробов увеличивался (8%  $\rightarrow$  24%) от верхнего участка к нижнему. В августе, как и в Рыбинском водохранилище, основную биомассу диатомовых создавала *Aulacosira granulata*. В верхнем речном участке сопутствующим видом был *Stephanodiscus neoastraea*, а на участке Кинешма – Юрьевец – *A. subarctica*. В сентябре ведущее место по-прежнему занимала *Aulacosira granulata* совместно со *Skeletonema subsalsum* (A. Cl.) Bethge. В октябре доминировали *Aulacosira islandica* и *Stephanodiscus binderanus*. Из синезелёных наибольший вклад в общую биомассу, как и в Рыбинском, вносили *Microcystis aeruginosa* и *Aphanizomenon flos-aquae*.

Биомасса фитопланктона Горьковского водохранилища варьировала от 0.115 до 14.571 г/м<sup>3</sup>, составляя в среднем  $1.016 \pm 0.202 - 3.815 \pm 1.230$  г/м<sup>3</sup> и изменяясь в обычных пределах, свойственных этому водоему за последние годы (Охапкин и др., 1997; Экологические проблемы..., 2001; Минеева, Митропольская, 2003). Речной участок водохранилища отличался самой высокой средней биомассой фитопланктона ( $2.877 \pm 0.885$  г/м<sup>3</sup>), которая снижалась в переходном и озеровидном ( $2.073 \pm 0.233$  г/м<sup>3</sup> и  $2.181 \pm 0.312$  г/м<sup>3</sup> соответственно). Наибольший вклад в общую биомассу, как и в Рыбинском водохранилище, вносили диатомовые и синезелёные водоросли. При этом относительная биомасса синезелёных (в среднем за 2000–2005 гг. от 57% до 34%) снижалась, а диатомовых (38–60%) и динофитовых (0.7–2%) увеличивалась в направлении от верхнего речного участка к приплотинному. В течение 2000–2005 гг. индекс сапробности Горьковского водохранилища варьировал 1.69–2.43, составляя в среднем для водоёма  $2.02 \pm 0.02$ , что сопоставимо с данными полученными для Рыбинского. Средние для водоёма его величины снижались от августа к октябрю:  $2.08 \pm 0.05 \rightarrow 2.00 \pm 0.04$ .

Таким образом, в структуре фитопланктона Рыбинского и Горьковского водохранилищ в последние годы по-прежнему лидировали диатомовые и синезелёные водоросли. В планктоне Волжского плеса Рыбинского водохранилища, кроме них, значительно представлены различные группы фитофлагеллят. Согласно шкалы трофности (Китаев, 1984) по наиболее часто встречаемым величинам биомассы фитопланктона  $\leq 4$  г/м<sup>3</sup> (в 84% случаев в Рыбинском и 89% в Горьковском) водохранилища можно отнести к мезотрофному типу. По величинам индекса сапробности –  $\beta$ -мезосапробной зоне органического загрязнения. По трофо-сапробиологическим показателям – к удовлетворительной чистоте по категории качества вод (Оксиук и др., 1993).

Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 07-04-00370.

#### Литература

*Китаев С.П.* Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 207 с.

*Минеева Н.М., Митропольская И.В.* Структурные и функциональные характеристики планктонных альгоценозов как показатели экологического состояния водохранилищ Верхней Волги // Биология внутренних вод, 2003, №1, с.23-32.

*Оксиюк О.П., Жукинский В.Н., Брагинский Л.П. и др.* Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал, 1993, т.29, №4, с.62-77.

*Охапкин А.Г.* Альгологическая характеристика сапробности водохранилищ Волжского каскада // Автореф. дисс... канд. биол. наук. Киев, 1978. 24 с.

*Охапкин А.Г., Миккульчик И.А., Корнева Л.Г., Минеева Н.М.* Фитопланктон Горьковского водохранилища. Тольятти: Самарский науч. центр, 1997. 224 с.

*Рыбинское водохранилище и его жизнь.* Л.: Наука, 1972. 364 с.

*Экологические проблемы Верхней Волги.* Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2001. 427 с.

*Экология фитопланктона Рыбинского водохранилища.* Тольятти: Самарский науч. центр, 1999. 264 с.

*Korneva L.G., Mineeva N.M.* Phytoplankton composition and pigment concentrations as indicators of water quality in the Rybinsk reservoir // Hydrobiologia, 1996, v.322, p.255-259.

*Sládeček V.* System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol., Beih. Ergebn. Limnol., 1973, h.7, p.1-218.

## **БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

*Степанова И.Э., Бикбулатов Э.С., Бикбулатова Е.М.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

Содержание соединений азота и фосфора определяющим образом сказывается на продуктивности водоемов и тем самым степени его трофии. Полученные на основе мониторинговых наблюдений сезонные и межгодовые средние и экстремальные величины концентраций этих биогенных элементов (БЭ) являются одними из важнейших критериев при оценке общего состояния водных экосистем и прогнозе ее изменения при увеличении масштабов антропогенной нагрузки.

Исследования гидрохимического режима рек Волги, Мологи, Шексны, формирующих основные водные массы Рыбинского водохранилища, незадолго до заполнения водоема показали, что содержание некоторых минеральных форм азота в них было очень высоким; в период половодья концентрация нитратов достигала 1.4 мг/л (Щербаков, 1950).

В первые пять лет существования Рыбинского водохранилища сведения о химическом составе его вод были весьма ограниченными, и только в 1946-1947 годах П.П. Воронков (1950) приступил к подробным исследованиям. Им впервые было установлено, что максимальные концентрации БЭ присущи водам Волжского плеса, а в остальных заметно ниже и близки по величине. Отмечалась также тенденция к снижению уровня нитратного азота, по сравнению с предыдущим периодом.

В начале 50-х годов XX столетия в водоеме значительно уменьшилось содержание фосфатов, что связывалось с окончанием распада лабильной части органического вещества растительности, ушедшей под воду в процессе заполнения водоема (Аничкова, 1959).

Большой объем исследований был проведен в 60-е – 70-е и в начале 80-х годов Н.А. Трифионовой, С.М. Разгулиным, благодаря которым было выявлено, что в Главном плесе содержание неорганических форм азота довольно высоко даже в период вегетации сине-зеленых и зеленых водорослей и отмечена тенденция его снижения от весны к осени. Однако в других плесах четких закономерностей поведения БЭ не прослеживалось. Наиболее высокое их содержание в этот период исследования, как и в предыдущие, было характерно для волжских вод.

Сравнение уровней БЭ в водохранилище в 1965 и 1989 году в июле месяце показало, что они остались прежними в Главном плесе и увеличились в Шекснинском в районе Череповца (Былинкина, 1993).

В последующее десятилетие сведения о содержании биогенов в водохранилище были отрывочными.

Нами было проведено определение минеральных и общих форм азота и фосфора в 2001-2007 годах в поверхностных водах на 6 стандартных станциях водохранилища (схема указана в книге «Рыбинское водохранилище...», 1972). Наиболее подробные результаты получены в 2004 и 2007 годах, когда исследования проводились дважды в месяц в течение всего вегетационного периода.

Содержание общего азота за весь период исследования варьировало от 0.51 (ст. Измайлово в мае 2004 г до 3.62 (ст. Наволок в июне 2006 г.), составляя в среднем 1.02 мгN/л. Основная доля его приходилась на органический. Среди минеральных форм преобладал аммонийный (в среднем по всей акватории за последние годы). Весной основной неорганической формой азота являются нитраты, образовавшиеся в результате прошедшей в зимний период нитрификации, концентрации которых достигали 1 мгN/л, а нитритов – 0.046 мгN/л (в Волжском плесе). Результаты анализов показали, что в это время химический состав вод Рыбинского водохранилища очень изменчив по акватории. Волжской водной массе было свойственно более высокое содержание всех биогенных элементов по сравнению с другими. В мае месяце на ст. Коприно уровень аммонийной формы азота во все исследованные годы был в 1.5-3 раза выше, чем на других станциях, а нитратов и нитритов в 1.5-6 и 1.5-10 раз соответственно. На станции Молога содержание минеральных форм азота весной отличалось от таковых на Коприно незначительно, так как она также была заполнена зимними волжскими водами, которые в это время распространяются дальше, чем в периоды с меньшей водной нагрузкой (Рыбинское водохранилище..., 1972). Минеральные формы азота в Волжском плесе в период половодья преобладали над органическими, составляя 67-78% от общего азота. На других станциях органический азот составлял от 40 до 55% от общего. Максимальные концентрации фосфатов были также отмечены в волжских водах, на станции Коприно они достигали 0.091 мгP/л. В целом здесь они были выше, чем в Главном плесе в 2-6 раз.

В Волжском плесе общая концентрация БЭ превышала таковую в Главном плесе в течение всего периода наблюдений в среднем в 1.5 раза. Такое различие определяется различными факторами. Хорошо известно, что Волжский плес формируют воды с территорий, которые

более освоены в сельскохозяйственном отношении, а также сточные воды крупного промышленного центра – г. Твери, которые содержат повышенные концентрации БЭ.

Количество гидроксилamina, важнейшего продукта нитрификационных и денитрификационных процессов, впервые определенное в течение нескольких лет подряд, варьировало в пределах 0-9 мкгN/л (в среднем 1.7), свидетельствуя о низкой интенсивности соответствующих процессов и отсутствии загрязнения этим среднетоннажным продуктом химических производств.

В начале лета концентрация нитритов в Волжском плесе обычно остается еще довольно высокой, достигая в отдельные годы 0.024 мкгN/л. На ст. Молога их содержание такое же, как в Главном плесе, вследствие того, что к указанному времени эта часть акватории обычно заполняется основными водными массами водохранилища. Нередко количество нитритов на всех станциях достигало аналитического нуля.

В летний период наблюдалось уменьшение концентрации минеральных форм азота, особенно резко нитратов, при параллельном возрастании содержания органического азота. В это время на всех станциях оно составляет более 50% общего. По мере все большей интенсификации развития фитопланктона этот процент увеличивается, достигая 94-95. В то же время в летних водах часто остаются еще достаточные количества фосфатов, ионов аммония и нитратов, необходимые для поддержания нормального развития фитопланктона.

Осенью, особенно при резком понижении температуры, существенно уменьшается интенсивность фотосинтеза, деструкция органического вещества сопровождается выделением в воду ионов аммония, которые не могут повторно вовлекаться в фотосинтез и становятся исходным продуктом для нитрифицирующих бактерий. Поздней осенью доля минеральных форм азота в общей массе значительно выше по сравнению с летом.

Зимой из неорганических форм азота присутствуют практически лишь нитраты – наиболее окисленные продукты при глубокой деструкции азотсодержащих соединений в процессах нитрификации. Таким образом, цикл азота замыкается.

Сравнение полученных нами данных с результатами других исследователей за 70-80-е годы XX века (Разгулин, 1984; Трифонова, 1973) показывает, что все сезонные вариации в концентрациях соединений азота и фосфора находятся в пределах их естественных колебаний, свидетельствуя о стабилизации режима биогенных элементов в Рыбинском водохранилище.

Таблица. Содержание биогенных элементов в водах  
Рыбинского водохранилища в 2007г., мг/л

Станция	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N <sub>общ</sub>	NH <sub>2</sub> OH	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P <sub>общ</sub>
8 мая							
Коприно	0.150	0.016	0.77	1.33	0.002	0.038	0.064
Наволоч	0.054	0.003	0.15	0.56	0	0.027	0.029
Молога	0.075	0.011	0.25	0.76	0.001	0.013	0.057
Измайлово	0.052	0.002	0.17	0.54	0.001	0.012	0.024
Ср.Двор	0.062	0	0.12	0.60	0.001	0.016	0.022
Брейтово	0.076	0.001	0.19	0.60	0.001	0.015	0.035
1 июня							
Коприно	0.26	0.017	0.18	1.36	0.001	0.024	0.038
Молога	0.41	0.007	0.16	1.13	0.001	0.014	0.024
Наволоч	0.06	0.003	0.11	0.78	0	0.016	0.026
Измайлово	0.06	0.001	0.09	0.80	0	0.014	0.028
Ср.Двор	0.09	0.002	0.11	0.91	0.002	0.013	0.022
14 июня							
Коприно	0.11	0.001	0.15	-	0.002	0.029	0.038
Молога	0.08	0.001	0.10	-	0	0.023	0.032
Наволоч	0.06	0.001	0.10	-	0	0.020	0.032
Измайлово	0.07	0.001	0.11	-	0.001	0.021	0.030
Ср.Двор	0.07	0.001	0.10	-	0	0.008	0.031
Брейтово	0.08	0.001	0.09	-	0.001	0.029	0.038
10 июля							
Коприно	0.015	0.002	0.069	1.76	0	0.042	0.052
Молога	0.10	0.003	0.056	1.70	0	0.028	0.078
Наволоч	0.08	0.004	0.098	1.05	0	0.020	0.053
Измайлово	0.08	0.003	0.084	1.05	0	0.024	0.080
Ср.Двор	0.09	0.003	0.092	1.05	0	0.020	0.062
Брейтово	0.08	0.002	0.080	1.04	0	0.022	0.070
26 июля-30 июля							
Коприно	-	0.007	0.051	1.77	0.001	0.048	0.143
Молога	-	0.002	0.025	1.42	0	0.049	0.243

Наволоч	-	0.002	0.036	1.57	0	0.042	0.139
Измайлово	-	0	0.045	1.97	0	0.016	0.066
Ср.Двор	-	0	0.053	1.66	0	0.008	0.053
Брейтово	-	0.003	0.016	1.20	0.001	0.028	0.082
21-22 августа							
Коприно	0.11	0	0.033	1.96	0	0.054	0.090
Молога	0.007	0	0.023	1.79	0	0.036	0.122
Наволоч	0.12	0	0.010	2.01	0	0.014	0.062
Измайлово	0.009	0	0.010	1.95	0	0.006	0.036
Ср.Двор	0.10	0	0.016	1.60	0	0.009	0.056
Брейтово	0.10	0	0.015	1.50	0.001	0.013	0.065
12-13 сентября							
Коприно	-	0.001	0.038	1.28	0.001	0.056	0.176
Молога	-	0.001	0.072	1.94	0.001	0.041	0.071
Наволоч	-	0.0005	0.040	1.87	0	0.020	0.082
Измайлово	-	0	0.011	1.56	0.001	0.022	0.071
Ср.Двор	-	0	0.044	1.86	0.001	0.023	0.073
Брейтово	-	0.0012	0.031	1.82	0	0.028	0.086
2-6 октября							
Коприно	-	0.001	0.111	1.22	0.002	0.051	0.197
Молога	-	0	0.026	1.12	0.001	0.010	0.044
Наволоч	-	0	0.016	0.98	0.002	0.006	0.060
Измайлово	-	0	0.043	1.45	0.001	0.024	0.118
Ср.Двор	-	0.003	0.009	1.03	0.001	0.034	0.115
Брейтово	-	0	0.009	1.06	0.001	0.024	0.087
25 октября							
Коприно	0.11	0.008	0.072	0.048	-	1.43	0.11
Молога	0.10	0.005	0.080	0.027	-	1.11	0.072
Наволоч	0.09	0	0.052	0.017	-	0.81	0.062
Измайлово	0.009	0	0.020	0.019	-	0.88	0.087
Ср.Двор	0.009	0	0.008	0.031	-	0.93	0.065
Брейтово	0.009	0	0.041	0.024	-	1.14	0.071

## Литература

*Аничкова Н.И.* Некоторые черты гидрохимического режима северной части Рыбинского водохранилища // Труды Дарвинского государственного заповедника, 1959, вып.5, с.191-208.

*Былинкина А.А.* Содержание азота и фосфора в воде Рыбинского водохранилища в период автотрофной стадии его функционирования // Современное состояние экосистемы Рыбинского водохранилища, 1993, с.28-41.

*Воронков П.П.* Основные черты формирования гидрохимического режима Рыбинского водохранилища // Труды ГГИ, 1950, вып.2, с.167-238.

*Разгулин С.М., Гапеева М.В., Литвинов А.С.* Сезонная динамика и баланс биогенных элементов в Рыбинском водохранилище // Географические аспекты рационального природопользования в Верхневолжском Нечерноземье. Ярославль, 1984, с.71-76.

*Рыбинское водохранилище и его жизнь.* Л.: Наука, 1972. 364 с.

*Трифорова Н.А.* Соединения азота в Рыбинском водохранилище // Автореферат канд. дисс. М., 1974. 28 с.

**ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
РЕКИ КОТОРОСЛЬ В РАЙОНЕ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД  
ОАО «РУССКИЕ КРАСКИ» 12 ИЮЛЯ 2006 ГОДА**

*Хабаров М.В. \*, Поташов Е.В. \*\*, Лукьяненко А.В. \*\*\**

*\*Верхневолжское отделение Российской экологической академии,*

*\*\*Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова,*

*\*\*\*Ярославский государственный педагогический университет  
им. К.Д.Ушинского*

В соответствии с утвержденным графиком отбора проб (два раза в месяц) 12 июля 2006 года при подходе катера по реке к сточной трубе ОАО «Русские краски» мы ощутили особый, ранее не встречавшийся, резкий неприятный химический запах и отметили наличие маслянистых разводов на водной поверхности в непосредственной близости к сточной трубе и ниже по течению реки. При отборе проб все емкости с водой покрылись неприятной, дурно пахнущей липкой пленкой, а в отобранной на анализ воде находились маслянистые сгустки желтого цвета.

Сразу после отбора проб (в 9.30 утра) мы поставили в известность руководство Комитета по природопользованию и охране окружающей среды мэрии города Ярославля об обнаруженной чрезвычайной ситуации на реке Которосль в черте города Ярославля. Сотрудники Комитета оперативно отреагировали на поступивший сигнал и в тот же день 12 июля 2006 года (в 11.30 утра) совместно с представителем Росприроднадзора прибыли на место аварии. Согласно Акту №27-1428 проверки соблюдения требований законодательства в сфере природопользования и охраны окружающей среды, на момент проверки из трубы ливневого выпуска в реку Которосль осуществлялся сброс сточных вод, имевших характерный резкий химический запах. В стоках присутствовали желтые маслянистые включения и пленка нефтепродуктов. Совместно с лабораторией ОСЭБ ОАО «Русские краски» были отобраны пробы воды на выпуске ливневого стока и направлены для исследования в аккредитованную лабораторию ФГУ «ЦЛАТИ по ЦФО».

Одновременно с этим было проведено обследование территории ОАО «Русские краски», в результате которого установлено, что территория предприятия частично оборудована системой ливневой канализации, состоящей из дождеприемников, канализационных колодцев, очистных сооружений химико-механической очистки и выпуска в реку Которосль. Очистные сооружения представляют собой ливнеотстой-

ник и установку напорной флотации, принятой в эксплуатацию в декабре 2005 года. Флотационная установка включает в себя флотатор ФЛГ «Фламинго-32», фильтр сорбционный, фильтр-пресс, воздухоочиститель. На момент проверки флотационная установка не работала, стоки не перекачивались. Поверхностные сточные воды с канализованной территории предприятия поступают в первый отсек ливнеотстойника и по мере накопления перекачиваются насосами во второй отсек, откуда самотеком поступают в следующий отсек, а затем откачиваются на флотационную установку и очищенные отводятся в реку Которосль.

Согласно акту расследования, проведенному комиссией предприятия, «установлен факт разлива олифы «СКОП», произошедший 26 июня 2006 года на территории участка цеха №2 при перевозке. В результате повреждения емкости олифа «СКОП» в количестве примерно 30 л попала в близлежащий ливневой колодец №7, а затем в ливневой выпуск в реку Которосль».

Можно предположить, однако, что в результате случившейся 26 июня аварии при транспортировке контейнера с олифой «СКОП», объемом 1 кубометр (1000 л), на асфальт, а затем через колодец в трубопровод ливневого коллектора и в реку Которосль поступило значительно больше указанных сотрудниками завода 30 литров высокотоксичного химического вещества, обнаруженного нами при плановом отборе проб воды 12 июля.

О чрезвычайно высоком уровне биотоксичности поступивших в реку ливневых стоков однозначно свидетельствуют результаты выполненного нами биотестирования. Отобранная для анализа нативная (неразведенная) вода вызвала гибель всех подопытных дафний. Случай уникальный, не наблюдавшийся нами в течение нескольких лет проведения биотестирования природных и сточных вод. В связи с этим, через двое суток были поставлены опыты с отобранной водой при разведении 1 : 10; 1 : 100 и 1 : 500, а также при разведении 1 : 1000. В опытах установлена гибель всех подопытных ракообразных (100%) при разведении в 10, 100 и 500 раз, а в пробах воды, разведенной в 1000 раз, произошла гибель 80% подопытных дафний, то есть вода сохраняла высокую острую токсичность.

Гидрохимический анализ отобранных нами проб воды в районе сброса сточных вод ОАО «Лакокраска» (станция №3), а так же на 2 станциях ниже этого завода (станция №1 – устье реки Которосль и станция №2 – ливневка с Московского проспекта) и 2 станциях, расположенных выше завода (станция №4 – сток вокзала «Ярославль-Главный» и станция №5 – водозабор Южной водопроводной станции), выполнен сотрудниками водной лаборатории Горсанэпиднадзора.

Гидрохимические показатели качества воды реки Которосль,  
отобранной на 5 станциях 12 июля 2006 года

Показатели	станция №1	станция №2	станция №3	станция №4	станция №5
запах, баллы	0	0	6	0	0
прозрачность, см	19	20	20	19	20
растворенный кислород, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	6,6	8,16	-	8,40	5,3
ХПК, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	30,1	31,0	238,0	30,0	29,0
БПК <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	4,7	4,6	48,0	4,7	4,0
окисляемость, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9,8	9,4	100,8	10,1	8,4
хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	18,0	130	160	17,0	16,0
сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	13	12	110,5	11	10
взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	14,0	10,0	18,3	10,1	1,08
рН среды	8,4	8,35	7,32	8,6	8,65
жесткость, мг-экв./дм <sup>3</sup>	4,0	4,7	5,1	4,1	4,1
кальций, мг/дм <sup>3</sup>	50,1	52,1	54,1	46,1	48,1
магний, мг/дм <sup>3</sup>	18,24	25,57	29,1	21,9	20,67
минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	256,3	281,4	720,8	284,3	282,1
аммиак, мг/дм <sup>3</sup>	0,11	0,23	4,4	0,11	0,10
нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0,3	0,01	51,5	0	0
фенолы, мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0	0,3	0,0	0,0

Анализ полученных данных, представленных в таблице, показывает, что загрязнение воды в районе сброса сточных вод ОАО «Лакокраска» трудноокисляемой органикой (по ХПК) в 7,7 раза превосходит уровень загрязнения на станциях ниже и выше завода, загрязнение легкоокисляемой органикой (по БПК<sub>5</sub>) – в 10,2 раза, загрязнение аммиаком – в 19,1 раза, нефтепродуктами – в 5,2 тысяч раз!! Следует также отметить, что в пробах воды, отобранных выше (станции №4 и №5) и ниже (станции №1 и №2), фенол не обнаружен, а в районе сброса сточных вод ОАО «Лакокраска» его содержание достигало 0.3 мг/л (превышение ПДК в 300 раз).

Специальный химический анализ качества ливневых стоков, выполненный ФГУ «ЦЛАТИ по ЦФО», выявил превышение предельно допустимых концентраций по ХПК – в 24,9 раза, по БПК – 53,7 раза, по толуолу – 109,9 раза и по нефтепродуктам – в 20,6 тысяч раз!!

Особо следует подчеркнуть, что экстремально высокий уровень загрязнения реки допущен предприятием, имеющим международный сертификат качества ИСО-14001, что вызывает необходимость поставить работу этого предприятия и сбрасываемые им сточные воды под регулярный контроль.

## **О ВЛИЯНИИ АНТРОПОГЕННОГО И ЗООГЕННОГО ФАКТОРОВ НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МАЛОЙ РЕКИ**

*Цельмович О.Л.*

*Институт биологии внутренних вод им.И.Д.Папанова РАН  
(ИБВВ РАН)*

Малые реки вместе с водосбором образуют единую целостную систему, изменения в одной части которой оказывают влияние на состояние всей системы. Речной сток и качество воды являются интегральными характеристиками состояния речного бассейна. Изучению влияния величины антропогенного воздействия и его характера (точечный или площадной) на гидрохимический режим реки посвящено немало исследований. В то же время роль зоогенного фактора в процессе формирования качества воды в реке изучена явно недостаточно.

В течение вегетационного периода 1999-2006 гг. мы проводили исследования на притоке 2-ого порядка Рыбинского водохранилища – р.Латке. По классификации В.Л. Рохмистрова р.Латка относится к категории очень малых рек – длина ее составляет 15 км (с учетом извилистости русла – 19 км), площадь водосбора 35 км<sup>2</sup>. Бассейн реки находится на достаточном удалении от промышленных центров, поэтому основными источниками загрязнения являются сельскохозяйственное производство, представленное животноводческими фермами, и предприятие пищевой промышленности – сыродельный завод, сбрасывающий неочищенные сточные воды непосредственно в р.Латку.

С 1999 г. река постепенно заселяется бобрами, которые могут быть отнесены к ключевому виду, в значительной степени видоизменяющему компоненты природно-территориального комплекса реки и, в частности, ее гидрохимический режим.

Для наблюдений были выбраны 7 станций от верховьев до устья, расположенные на наиболее характерных участках: 1 – верховья, 2 – зона выхода грунтовых вод, 3 – фоновая, 4 – бобровый пруд в 10 м выше места сброса сточных вод, 5 – в зоне контакта сточных и речных вод, 6 – 2,5 км ниже места сброса сточных вод (на этом участке происходит поступление воды с мелиорированных площадей), 7 – устьевой участок (выше зоны подпора от водохранилища). В качестве фоновой была выбрана станция на границе верхнего и среднего течения реки, представляющая собой проточный участок, затененный пологом леса и удаленный от поселений человека.

Вода р. Латки относится к гидрокарбонатному классу кальциево-магниевого группы (со средней минерализацией 400–600 мг/дм<sup>3</sup>). Внутригодовая изменчивость химического состава воды носит характер, типичный для рек лесной зоны Европейской территории России: максимальная минерализация воды – в период зимней и летне-осенней межени, минимальная – во время весеннего половодья. Дождевые паводки вызывают незначительное понижение минерализации. Сброс сточных вод сыроваренного завода приводит к увеличению минерализации воды, в среднем на 50 мг/дм<sup>3</sup>, по сравнению с выше-лежащими участками.

В начале наших исследований (1999 г.) постоянно действующая бобровая плотина, построенная выше сыродельного завода, удерживала значительное количество воды, в результате чего величина водного стока реки была сопоставима с количеством сточных вод, поступающих в реку (особенно в период летней межени). При таких условиях влияние сточных вод было наиболее заметным (табл. 1).

Таблица 1  
Изменение по длине реки средних за период летне-осенней межени значений некоторых гидрохимических характеристик (мг/дм<sup>3</sup>)

	pH, ед.	O <sub>2</sub>	ХПК	БПК <sub>5</sub>	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Σ ионов
1999 г.							
Ст.3	8,2	2,7	42	1,6	17	17	577
Ст.4	8,2	2,2	40	2,5	17	17	551
Ст.5	<b>7,7</b>	<b>2,0</b>	<b>373</b>	<b>154</b>	<b>85</b>	<b>59</b>	<b>679</b>
Ст.6	7,9	3,8	44	2,2	22	17	505
Ст.7	8,1	8,3	27	0,9	19	10	453
2001 г.							
Ст.3	8,0	8,5	42	2,7	14	22	611
Ст.4	7,7	3,9	29	1,4	11	17	540
Ст.5	<b>7,4</b>	<b>3,8</b>	<b>137</b>	<b>73</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>584</b>
Ст.6	7,3	2,3	22	4,0	17	19	524
Ст.7	7,6	7,1	24	1,2	18	13	464
2005 г.							
Ст.3	8,1	7,5	15	1,7	12	20	555
Ст.4	7,6	1,4	23	3,8	7	11	491
Ст.5	7,8	2,5	23	3,5	6	12	554
Ст.6	7,9	5,6	26	2,3	7	10	483
Ст.7	8,0	7,6	11	1,4	10	8	477

Сточные воды сыродельного завода, богатые органическим веществом (преимущественно во взвешенной форме), обусловили увеличение концентрации органического вещества и величины БПК<sub>5</sub> в воде реки почти в 10 раз. Концентрация кислорода на этой станции была минимальной. По величине БПК<sub>5</sub> участок характеризовался как очень грязный. Кроме того, значительные количества поваренной соли, содержащейся в сточной воде, вызывали повышение концентраций хлорид-ионов и ионов натрия, что приводило к возрастанию суммы ионов в воде на этом участке на 15-20%. Улучшение качества воды вниз по течению происходило в основном за счет оседания взвешенных органических веществ в низине на пойме реки в 400 м ниже завода.

В 2001 г. в 0,8-2,5 км ниже сыродельного завода было построено несколько бобровых плотин, самая большая – высотой около 2 м (ст. 6), подпор от которых распространялся до завода. В результате объем воды в реке в зоне смешения речных и сточных вод увеличился, что привело к разбавлению сточных вод и снижению концентрации органических веществ и БПК<sub>5</sub>, а также хлорид-ионов и ионов натрия. Концентрация растворенного кислорода несколько увеличилась. Бобровые пруды способствовали интенсификации процессов самоочищения. Продукты жизнедеятельности бобров создавали благоприятные условия для развития специфических сообществ гидробионтов, активизируя тем самым процессы минерализации органических веществ. Об интенсивности процессов самоочищения в водоеме можно судить по величине отношения БПК<sub>5</sub> к перманганатной окисляемости (ПО). В водоеме с протекающими процессами самоочищения величина этого отношения меньше единицы. В течение всего вегетационного периода 2001 г. самоочищение воды в бобровом пруду происходило достаточно активно (величина отношения БПК<sub>5</sub> к ПО не превышала 0.7).

Значимую роль бобровых прудов в улучшении качества воды загрязняемой реки мы могли оценить в 2003 г., когда в конце июня плотина на ст. 6 была разрушена дорожными рабочими. Ликвидация пруда и увеличение скорости течения препятствовали оседанию взвешенных органических веществ, что привело к распространению загрязнения на большее расстояние. Концентрация органического вещества от ст. 5 к ст. 6 снижалась лишь в 2 раза, а отношение БПК<sub>5</sub> к ПО увеличилось до 2,0. Специфическое сообщество гидробионтов,

участвующих в процессах самоочищения, было нарушено. В августе 2003 г. ниже разрушенной плотины была построена новая. Функционирование нового бобрового пруда способствовало улучшению качества воды: концентрация органических веществ от ст.5 к ст.6 снижалась почти в 9 раз, вновь интенсифицировались процессы самоочищения (отношение БПК<sub>5</sub> к ПО снизилось до 0,3).

В 2005 году сыродельный завод был закрыт, что положительно сказалось на качестве воды в реке (табл. 1). В то же время, к 2005 г., водный сток реки был полностью зарегулирован бобровыми плотинами, количество которых составляло более 30. Часть ранее построенных плотин была полуразрушена, часть надстроена, часть выстроена заново. Зарегулирование водного стока реки и изменение размеров бобровых прудов оказывало влияние на гидрохимический режим. В результате зарегулирования водного стока уменьшилась амплитуда колебаний средних за вегетационный период значений суммы ионов и концентрации органического вещества в воде реки. Величина отношения БПК<sub>5</sub> к ПО в течение вегетационного периода на всех участках реки не превышала 0,5.

Концентрация растворенного кислорода и его динамика в течение вегетационного периода существенно различаются в прудах разного размера и возраста. В 2001 г. концентрация кислорода в действующем в течение ряда лет пруду на ст. 4 была значительно выше, чем во вновь созданном (большого размера) пруду на ст. 6 (рис. 1).

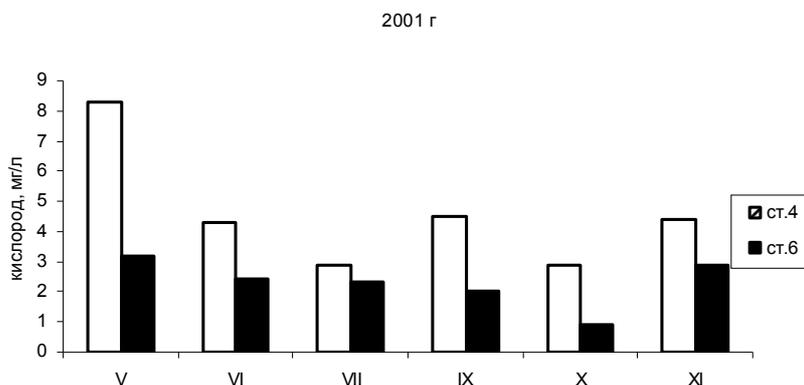


Рис. 1. Динамика концентраций растворенного кислорода в бобровых прудах разного размера и возраста в 2001 г.

К 2005 г. пруд на ст. 4 был значительно увеличен за счет надстройки плотины, в то время как частичное разрушение плотины на ст.6 привело к уменьшению (по сравнению с 2001 г.) размеров этого пруда. Надстройка плотины и увеличение размеров имеющегося (на ст. 4) пруда за счет затопления прибрежных пространств способствуют повышению концентрации органических веществ. На разложение растительных остатков с затопленных территорий требуется дополнительное количество кислорода, что приводит к значительному снижению его концентрации в пруду (рис.2).

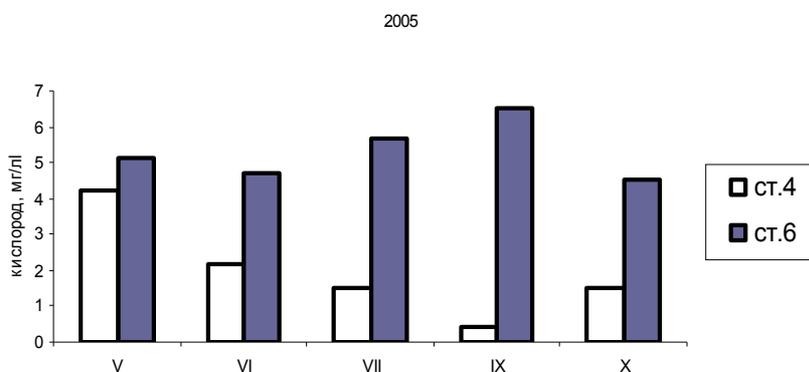


Рис. 2. Динамика концентраций растворенного кислорода в бобровых прудах разного размера и возраста в 2005 г.

**Выводы.** Сточные воды сыродельного завода существенно ухудшают качество воды в малой реке. Возле источника загрязнения вода характеризуется как очень грязная, а несколькими километрами ниже по течению – как грязная.

При наличии источника антропогенного загрязнения на малой реке бобровые пруды играют позитивную роль в улучшении качества воды, интенсифицируя процессы самоочищения.

Органическое вещество, поступающее в воду в процессе жизнедеятельности бобров, способствует формированию специфических сообществ бактерио- и зоопланктона, которые активно его утилизируют.

## ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ НЕКОТОРЫХ ИСТОЧНИКОВ ПЕРВОМАЙСКОГО И РОСТОВСКОГО РАЙОНОВ

*Чернова Л.П., Власова Е.А., Тонкова М.А.*

*Ярославский государственный педагогический университет  
им. К.Д. Ушинского (ЯГПУ)*

*Цель исследования:* качественный и количественный анализ вод различных водных источников Первомайского и Ростовского районов. *Объект исследования:* природные воды некоторых источников Первомайского и Ростовского районов в разное время года. *Задачи исследования:* качественный анализ на содержание в воде солей: карбонатов, сульфатов, хлоридов, фосфатов, а также катионов кальция и железа ( $Fe^{3+}$ ), количественное определение карбонатной и общей жесткости, окисляемости, водородного показателя.

*Результаты исследования и их обсуждение.* Качественный и количественный анализ воды из различных источников Первомайского (п. Пречистое) и Ростовского (п. Караш) районов проводился в лаборатории аналитической химии Ярославского государственного педагогического университета им. К.Д. Ушинского. Пробы были взяты в разное время года в 2005 и 2006 гг. В таблицах представлены средние значения результатов.

Таблица 1  
Качественный и количественный анализ воды р. Индолка  
Первомайского района (п. Пречистое)

Сезоны года	Карбонатная жесткость, ммоль/л	Общая жесткость ммоль/л	Постоянная жесткость, ммоль/л	Окисляемость, мг/л О	рН	$Ca^{2+}$	$SO_4^{2-}$	$CO_3^{2-}$	$PO_4^{3-}$	$Cl^-$	$Fe^{3+}$
апрель	5,10	5,60	0,50	10,70	7,60	мало	следы	много	+	много	очень мало
июнь	7,50	8,00	0,50	7,20	7,80	мало	+	умеренно	+		+
октябрь	6,60	7,30	0,70	11,50	7,29	мало	следы	умеренно	+		очень мало

По степени общей жесткости вода в р. Индолке (приток р. Уча) жесткая, причем, в основном, это карбонатная жесткость, устраняемая (табл. 1). Поскольку иона кальция обнаружено мало, по-видимому, преобладающим является гидрокарбонат магния. В летнее время кар-

бонатная жесткость немного выше, чем в летний и осенний сезоны. Увеличение карбонатной жесткости, скорее всего, связано с увеличением испарения в связи с повышением температуры, а также со смещением равновесия в системе:  $\text{HCO}_3 \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$  в сторону увеличения концентрации карбонат-ионов, что подтверждается возрастанием значения pH в летнее время. Концентрация сульфат-ионов чрезвычайно мала, что обозначено понятием «следы». Вода относится к гидрокарбонатно-хлоридному типу, является жесткой.

Таблица 2  
Качественный и количественный анализ воды р. Пасма Ростовского района (п. Караш)

Сезоны года	Карбонатная жесткость, ммоль/л	Общая жесткость ммоль/л	Постоянная жесткость, ммоль/л	Окисляемость, мг/л O	pH	Ca <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl	Fe <sup>3+</sup>
апрель	3,30	3,50	0,2	10,50	7,30	мало	-	мало	мало	мало	очень много
июнь	4,30	4,45	0,15	9,90	7,61	мало	-	мало	мало	мало	
октябрь	4,50	4,60	0,1	9,48	7,56	мало	-	мало	следы	мало	

По степени общей жесткости вода умеренно-жесткая (3-6 ммоль/л), причем общая жесткость мало отличается от карбонатной, то есть почти вся жесткость является устранимой. Вода в р. Пасма отличается более слабой минерализацией (табл. 2), чем вода в р. Индолка, но в воде р. Пасмы содержание железа (Fe<sup>3+</sup>) значительно больше. Окисляемость воды в обеих реках соответствует характерным значениям для равнинных рек.

Пробы воды были взяты не только из рек, но и из колодцев и из водопроводов Первомайского и Ростовского районов. Данные химического анализа воды из колодцев п. Пречистое (Первомайский район) и п. Караш (Ростовский район) представлены в табл. 3 и 4. По степени общей жесткости воду в колодце п. Пречистое можно оценить как жесткую, а воду в колодце п. Караш как очень жесткую (свыше 9 ммоль/л).

По содержанию преобладающих ионов и на основании значения pH вода в обоих колодцах является гидрокарбонатно-хлоридной, причем в воде колодца п. Караш концентрация хлорид-ионов значи-

тельно больше, чем в воде колодца п. Пречистое, что связано с водным режимом, характером питания и разгрузки грунтовых вод, с геологическими условиями данной местности. В воде колодцев обоих поселений обнаружены фосфат-ионы, причем в летнее время в воде колодца п. Караш его обнаружено достаточно много и только «следовые» количества обнаружены в воде в апреле и октябре.

Таблица 3  
Качественный и количественный анализ воды из колодца  
п. Пречистое (Первомайский район)

Сезоны года	Карбонатная жесткость, моль/л	Общая жесткость ммоль/л	Постоянная жесткость, ммоль/л	Окисляемость, мг/л O	pH	Ca <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Fe <sup>3+</sup>
апрель	7,40	7,60	0,20	2,60	7,91	много	умеренно	много	+	много	мало
июнь	7,70	8,10	0,40	2,18	7,75	много	много	умеренно	+	много	+
октябрь	7,20	7,50	0,30	2,18	7,30	много	умеренно	умеренно	+	много	мало

Таблица 4  
Качественный и количественный анализ воды из колодца  
п. Караш (Ростовский район)

Сезоны года	Карбонатная жесткость, моль/л	Общая жесткость ммоль/л	Постоянная жесткость, ммоль/л	Окисляемость, мг/л O	pH	Ca <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Fe <sup>3+</sup>
апрель	8,70	10,60	1,90	5,70	7,40	очень много	+	много	мало	очень много	мало
июнь	8,50	10,60	2,10	5,70	7,36		+	много	много		мало
октябрь	7,90	9,50	1,60	10,92	7,76		+	много	следы		мало

Данные по количественному и качественному анализу воды из водопроводных источников п. Пречистое и п. Караш представлены в табл. 5 и 6.

Таблица 5

Качественный и количественный анализ воды из водопровода  
п. Пречистое (Первомайский район)

Сезоны года	Карбонатная жесткость, ммоль/л	Общая жесткость ммоль/л	Постоянная жесткость, ммоль/л	Окисляемость, мг/л О	рН	Ca <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Fe <sup>3+</sup>
апрель	6,30	6,40	0,1	4,8	7,8	+	-	+	+	очень мало	много
июнь	6,50	6,60	0,2	5,0	7,25	+	-	много	+		много
октябрь	6,40	6,60	0,2	3,7	7,56	+	следы	+	+		много

Таблица 6

Качественный и количественный анализ воды из водопровода  
п. Караш (Ростовский район)

Сезоны года	Карбонатная жесткость, ммоль/л	Общая жесткость ммоль/л	Постоянная жесткость, ммоль/л	Окисляемость, мг/л О	рН	Ca <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Fe <sup>3+</sup>
апрель	4,90	5,20	0,3	11,52	7,25	мало	следы	умеренно	мало	очень мало	много
июнь	4,50	4,80	0,3	15,60	7,36	мало	следы	умеренно	мало		много
октябрь	4,40	4,50	0,1	6,12	7,36	мало	следы	очень мало	мало		много

В водопроводах обоих поселений вода гидрокарбонатная кальциевая, причем общая и карбонатная жесткость по значениям очень мало различаются, то есть легко устранимая. Вода в п. Пречистое по значению рН и окисляемости соответствует санитарно-гигиеническим нормам. В воде практически отсутствуют сульфаты, очень мало хлоридов, наличие Fe<sup>3+</sup> ионов связано, по-видимому, с транспортировкой по железным трубам или с геологическими условиями формирования химического состава.

В водопроводе п. Караш вода по степени жесткости умеренно-жесткая. По числовым значениями степень жесткости ее меньше, чем воды в п. Пречистое, различие между общей и карбонатной жесткостью также незначительны. По окисляемости вода в п. Караш являет-

ся очень загрязненной, что связано, по-видимому, со стоком поверхностных загрязненных вод. В воде много ионов  $Fe^{3+}$ .

Выполненное исследование показало, что по качественному составу все образцы воды относятся к типу магниевых карбонатно-хлоридных. Сульфаты обнаружены в незначительных количествах в колодцах обоих поселений. Состав растворенных солей и газов в поверхностных и неглубоких грунтовых водах не является постоянным и может подвергаться значительным сезонным колебаниям. Химический состав вод колодцев в большей степени зависит от интенсивности водозабора.

В воде природных источников п. Пречистое общая жесткость воды в водопроводе и колодце довольно высокая, причем в колодезной воде значительно выше, чем в водопроводной. В природных источниках п. Караш общая жесткость воды в колодце также значительно превышает общую жесткость воды в реке и водопроводе, что, по-видимому, связано с подземными водоносными слоями.

Во все сезоны года повышение общей жесткости воды идет за счет увеличения карбонатной жесткости.

Присутствие фосфат-ионов во всех исследованных водных источниках связано, по-видимому, с деятельностью сельскохозяйственных организаций. Окисляемость колодезной воды в п. Караш в весенний и летний периоды приближается к норме, осенью же в колодце, а в водопроводе во все сезоны года очень велика.

Содержание иона железа ( $Fe^{3+}$ ) значительное в водопроводной воде обоих поселений.

#### Литература

*Гидрология. Учебник для вузов / В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский, С.А. Добролюбов. М.: Высшая школа, 2005. 463 с.*

*Никаноров А.М. Гидрохимия. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 352 с.*

*Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. М.: Недра, 1970. 488 с.*

## **СЕКЦИЯ II**

***БИОИНДИКАЦИЯ  
СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ И  
НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ***



**УНИФИЦИРОВАННАЯ СХЕМА  
ПРОВЕДЕНИЯ И ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ  
ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА  
СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ РЫБ**

*Аршаница Н.М.\*, Лукьяненко В.И.\*\**

*\*Государственный научно-исследовательский институт  
озерного и речного рыбного хозяйства*

*\*\*Верхневолжское отделение Российской экологической академии*

Проблема загрязнения поверхностных водоемов промышленно-бытовыми сточными водами, нефтью и нефтепродуктами, привлекла внимание ихтиологов, как важнейшая рыбохозяйственная проблема, еще в середине XIX века, а ее экспериментальная разработка началась в конце того же столетия (Чермак 1886, Арнольд 1887). Из этого следует, что основы рыбохозяйственной токсикологии и ее важнейшего раздела – токсикологии рыб были заложены и успешно развивались задолго до возникновения так называемой водной токсикологии (Строганов 1960). Тем не менее, «исследования по рыбохозяйственной токсикологии, проводившиеся достаточно широко и целеустремленно в конце XIX и первой половине XX столетия, постепенно стали отходить на второй план даже в специализированных рыбохозяйственных институтах. Рыба стала второстепенным объектом токсикологических исследований, вследствие чего многие вопросы первостепенной практической значимости, такие как выявление причин гибели в природных водоемах, диагностика отравления рыб, масштабы и выраженность влияния хронического загрязнения водоемов на рыбопродуктивность, численность и качество популяций экономически ценных видов рыб не привлекали должного внимания» (Лукьяненко 1987а, с. 85-86).

Между тем, рыбы были и остаются идеальным объектом исследований, направленных на оценку токсичности различных групп веществ, поступающих в водоемы комплексного использования (Лукьяненко 1967, 1983, 1987б). Особое значение рыб определяется тем, что «они являются непосредственным объектом защиты от загрязнений, важнейшим элементом экосистемы того или иного водоема и, наконец, одним из звеньев трофической цепи, начинающейся с простейших и беспозвоночных, и завершающейся человеком» (Лукьяненко 1987в, с. 87-88).

Исходя из этих представлений, нами (Лукьяненко, Черкашин 1987) была предложена концепция ихтиотоксикологического мониторинга, в основу которой положена идея использования рыб в каче-

стве биотестов для оценки степени загрязнения поверхностных водоемов. Одним из эффективных методов ихтиотоксикологического мониторинга стал патолого-морфологический (патологоанатомический) метод оценки состояния рыб, подвергающихся хроническому загрязнению малыми концентрациями токсических веществ, поступающих в водоемы со сточными водами или воздушным путем (Аршаница, Лесников 1987, Аршаница, Васильев, Лукьяненко 1998).

В настоящем сообщении обобщены результаты многолетнего ихтиотоксикологического мониторинга состояния рыб и качества воды в Верхневолжских водохранилищах, выполненного с использованием патологоанатомического метода исследования. Несомненным достоинством этого метода является то, что он не требует использования специального дорогостоящего оборудования, может применяться в полевых условиях и весьма эффективен в оценке степени выраженности ихтиопатологических изменений популяций рыб, обитающих в водоемах, подверженных хроническому загрязнению. Совокупность материалов, полученных нами при обследовании более двух тысяч особей разных по экологии видов, позволила предложить унифицированную схему патологоанатомического обследования рыб и оценки полученных данных.

В соответствии с этой схемой обследование начинается с тщательного внешнего осмотра отловленных рыб сразу после извлечения их из воды. При внешнем осмотре устанавливаются линейно-весовые параметры, упитанность, окраска наружных покровов, количество слизи на поверхности тела и жабрах (или ее отсутствие), состояние чешуйного покрова, объем тела (брюшка), состояние ротовой полости, жаберных крышек, анального отверстия, плавников, наличие признаков гидремии, деформаций тела, участков гиперемии, кровоизлияний, язвенных образований и прочее.

Особое внимание уделяется состоянию жаберного аппарата. Учитывается общая окраска, ее неравномерность, наличие кровоизлияний, степень ослизнения, наличие очагов поверхностного и тканевого некроза, процессов регенерации, степень разрушения жаберных лепестков, их срастание или слипание, расширение или истончение концов. Проводится наружный осмотр глаз (размер глазного яблока, выпячивание его из орбиты или западение) с последующим извлечением глазного яблока и осмотром оболочек и хрусталика.

После этого производится вскрытие рыбы, при этом не допускается повреждение внутренних органов. Полость тела исследуется сразу после вскрытия, а также по мере просмотра отдельных органов. При этом обращается внимание на топографическое расположение органов, серозные покровы, брыжейку и наличие экссудата, его количество, цвет, запах и консистенцию. Исходя из топографического

расположения органов, соблюдается следующая очередность в обследовании: 1) сердце, 2) мочевой пузырь, 3) печень с желчным пузырем, 4) селезенка, 5) желудок и кишечник, 6) половые органы, 7) плавательный пузырь, 8) почки, 9) головной и спинной мозг, 10) жировая ткань и мускулатура.

Описание изменений отдельных органов происходит в следующем порядке: 1) размер органа, 2) общий вид и характер краев, 3) характер поверхности органа, его цвет, прозрачность, степень наполнения кровеносных сосудов, связь между капсулой и органом, 4) консистенция, 5) внутреннее строение (компактные и имеющие полость органы). В полых органах отмечают содержимое полостей - количество, цвет, прозрачность, консистенция, описывается также стенка полости.

Для удобства статистической обработки результатов ихтиопатологического обследования симптомы отравления рыб оцениваются по пятибалльной шкале.

*1 балл.* Во время осмотра не выявляется патологоанатомических изменений, которые можно было бы квалифицировать как реакцию на загрязнение водоема.

*2 балла.* Отмечаются легкие повреждения рыб, не угрожающие им гибелью. Может наблюдаться потускнение наружных покровов тела, более темный или более бледный цвет покровов, чем в норме, связанный либо с контрактурой, либо с расширением меланофоров. В жабрах наблюдается слабое изменение окраски, усиление выделений слизи. На вскрытии обычно отмечается нормальная упитанность и значительные количества полостного жира. В печени возможны небольшие изменения: слабая локальная гиперемия, изменение окраски органа, изменение наполнения желчного пузыря. Почка может быть кровенаполнена и незначительно отечна. Изменения других органов обычно визуально не выявляются, или проявляются только в качестве слабо выраженных нарушений гемодинамики. Состояние органов, оцениваемое двумя баллами, служит границей «условной» нормы.

*3 балла.* Имеют место отчетливо выраженные повреждения органов средней тяжести. В жабрах отмечается значительное ослизнение, отечность, локальные очаги поверхностного некроза. Для печени характерны гиперемия органа, реже - анемия, а так же изменение окраски, размеров и консистенции, возможны кровоизлияния. Отмечаются слабовыраженные локальные очаги перерождения. Желчный пузырь либо пустой, либо наполнен слабо, но у отдельных особей наблюдается его переполнение желчью с заметным изменением окраски содержимого.

В сердце отмечается дряблость мышцы и застойные явления. Почка увеличена, для неё характерна значительная кровенапол-

ненность. В селезенке иногда отмечается изменение окраски, формы и размеров (отечность). В желудочно-кишечном тракте наблюдаются локальные отеки слизистой, гиперемия стенки, редко – истончение стенки кишечника при наличии газов. Плавательный пузырь, как правило, с инъекцией сосудов, реже наблюдается деформация отделов или всего пузыря, его переполнение газами, локальные кровоизлияния. В гонадах и мозге отмечается инъекция сосудов.

Наряду с отчетливо выраженными повреждениями внутренних органов у рыб этой группы наблюдается гиперемия и изменения окраски наружных покровов тела, а так же нарушения целостности мембран и плавников. Патологические изменения органов на этой стадии развития токсикозов, как правило, обратимы.

*4 балла.* Значительные наружные и внутренние повреждения рыб, угрожающие им гибелью, особенно в период зимовки и при действии стресс-факторов. На этой стадии у рыб отмечается угнетенное состояние, ослабление реакции на раздражители, периодическое нарушение координации движений и гидростатического равновесия. Снижается упитанность рыб вплоть до истощения. Наружные покровы тела потускневшие, отмечаются очаги гиперемии и кровоизлияний, иногда язвенные образования. При развитии водянки полости тела увеличивается объем брюшка. Возможны: гидремия, ерошение чешуи, пучеглазие, нарушения гемодинамики более выражены. Общая анемия связана с повреждениями гемопоэтической ткани.

Жабры нередко анемичны, что указывает на развитие общей анемии, реже - локально гиперемированы, отечны с очагами поверхностного и тканевого некроза. В печени наблюдается изменение окраски, размера и консистенции, что указывает на перерождение органа. Явлениям атрофии паренхиматозных органов, предшествует гипертрофия. Желчный пузырь в различной степени наполнен содержимым, отличающимся от нормы по окраске и консистенции, возможно образование камней. Для сердца характерны анемичность и дряблость мышцы. Почка обычно увеличена, отечна, у лососевых и сиговых просматриваются воспаленные мочеточники, иногда камни. В селезенке наблюдается изменение окраски, размера, реже – деформация.

Желудочно-кишечный тракт характеризуется отеком слизистой, локальной гиперемией, кровоизлияниями, язвенными образованиями, скоплением содержимого (слизистого, кровянистого или гнойного). Возможно истончение стенки, особенно кишечника, но чаще наблюдается утолщение по сравнению с нормой в 2-5 раз. Реакция воспроизводительной системы обычно связана с изменением формы гонад, окраски, наличием очагов перерождения, нарушением синхронности развития. В плавательном пузыре возможна инъекция сосудов, реже

переполнение газами и деформация (у лососевых), а также кровоизлияния.

В головном мозге наблюдается инъеция сосудов, кровоизлияния, экссудат, отек. Патоморфологический анализ выявляет периплазматические и периваскулярные отеки мозга и его оболочек и дегенеративные изменения в цитоплазме нервных клеток. Снижение интенсивности окраски крови сказывается на окраске всех внутренних органов.

Описанные многообразные патоморфологические изменения внутренних органов часто носят необратимый характер. Потомство, полученное от рыб на этой стадии развития токсикоза, имеет значительную долю личинок с внешне выраженными дефектами: искривлением позвоночника, развитием анемии, патологией желточного мешка и другими.

*5 баллов.* Наблюдаются признаки предсмертного состояния с последующей гибелью рыб. Нарушена координация движений и гидростатическое равновесие. Рыбы могут находиться в необычном для них положении - у поверхности водоема или у дна, лежать на дне в боковом положении. Отмечаются конвульсии – самопроизвольно или при прикосновениях, нередко тело рыбы изогнуто (неравномерная контрактура мышц). Дыхание замедленное или не просматривается. Новообразования (опухоли) чаще наблюдаются при токсикозах, характеризующихся 4 и 5 баллами.

Все указанные признаки поражения внутренних органов характерны для хронического течения токсикоза и выявляются у рыб, обитающих в водоемах, подверженных длительному антропогенному загрязнению промышленными, хозяйственно-бытовыми и сельскохозяйственными сточными водами. При развитии токсикозов на уровне 4 и 5 баллов у рыб часто отмечаются патологии со стороны костной ткани – аномальное развитие костей головы и позвоночника (деформация позвонков).

Иная картина выявляется при остром отравлении рыб в результате воздействия высоких концентраций токсикантов, поступающих в водоемы при аварийных сбросах. В этом случае имеет место быстрая гибель рыб, которой предшествуют нервно-паралитические или коматозные явления, а на вскрытии выявляются сосудистые расстройства внутренних органов (гиперемии, кровоизлияния, отеки).

Результаты выполненного нами многолетнего обследования природных популяций рыб верхневолжских водохранилищ, подвергающихся длительному хроническому загрязнению различными группами токсикантов, а так же рыб, отловленных в Ладожском озере, Невской губе и в водоемах-охладителях Калининской АЭС – озерах Песьво и Удомля, однозначно свидетельствуют о перспективно-

сти использования патоморфологического метода в ихтиотоксикологическом мониторинге для оценки состояния рыб и среды их обитания. Этот высокоэффективный экспресс-метод позволяет в короткие сроки и при минимальных затратах обследовать крупные водоемы при их паспортизации и выявить степень загрязнения отдельных акваторий этих водоемов.

#### Литература

*Арнольд И.М.* О влиянии нефти на рыб // Вестник рыбопромышленности. 1887, вып. 4, с. 167-196.

*Аришаница Н.М., Лесников Л.А.* Патолого-морфологический анализ состояния рыб в полевых и экспериментальных токсикологических исследованиях // Методы ихтиотоксикологических исследований. Тезисы Первого Всесоюзного симпозиума. Л. 1987, с.7-9.

*Аришаница Н.М., Васильев А.С., Лукьяненко В.И.* Ихтиопатологический анализ состояния здоровья природных популяций у разных по экологии видов рыб // Актуальные проблемы экологии Ярославской области. Ярославль, 1998, с.78-84.

*Лукьяненко В.И.* Токсикология рыб. М. Пищевая промышленность, 1967. 216 с.

*Лукьяненко В.И.* Общая ихтиотоксикология. М. Легкая и пищевая промышленность, 1983. 320 с.

*Лукьяненко В.И.* Современные задачи рыбохозяйственной токсикологии в связи с проблемой контроля качества водной среды // Методы ихтиотоксикологических исследований. Тезисы Первого Всесоюзного симпозиума. Л. 1987а, с.85-87.

*Лукьяненко В.И.* Экологические аспекты ихтиотоксикологии. М. Агропромиздат, 1987б. 239 с.

*Лукьяненко В.И.* Принципы и методы ихтиотоксикологических исследований // Методы ихтиотоксикологических исследований. Тезисы Первого Всесоюзного симпозиума. Л. 1987в, с.87-89.

*Лукьяненко В.И., Черкашин С.А.* Ихтиотоксикологический мониторинг – важнейший инструмент оценки качества водной среды // Методы ихтиотоксикологических исследований. Тезисы Первого Всесоюзного симпозиума. Л. 1987, с.91-93.

*Строганов Н.С.* Современные проблемы водной токсикологии // Вестник МГУ. Серия IV. Биология. 1960. №2.

*Чермак Н.К.* О влиянии нефти на рыб // Вестник рыбопромышленности 1886, вып. 1, с.1-30.

## СЕЗОННАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИНАМИКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ КОТОРОСЛЬ В 2006 ГОДУ

*Ботяжова О.А., Потаиов Е.В.*

*Ярославский государственный университет  
имени П.Г. Демидова (ЯрГУ)*

Среди малых рек Ярославской области наибольшее водохозяйственное значение имеет река Которосль. В последние десятилетия берега реки Которосли в среднем и нижнем ее течении интенсивно застраивались промышленными, сельскохозяйственными объектами, дачными поселками, домами отдыха и санаториями. Одновременно происходило и интенсивное загрязнение Которосли вследствие поступления в нее промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод. Основными источниками загрязнения реки Которосли в черте города Ярославля являются промышленные предприятия, расположенные практически в береговой или водоохранной зонах, которые сбрасывают промышленно-ливневые сточные воды, по существу, без очистных сооружений.

Состояние реки Которосли, являющейся источником водозабора для Южной водопроводной станции г. Ярославля, - один из основных факторов, влияющих на качество питьевой воды, поступающей непосредственно к жителям Краснопереконского и Фрунзенского районов города. В общей сложности промышленные предприятия города Ярославля ежегодно сбрасывают в реку Которосль более 260 тыс. м<sup>3</sup> сточных вод, содержащих многие десятки токсичных веществ. В таких условиях качество воды приобретает уровень, угрожающий не только обитателям водоемов, но и здоровью людей (Лукьяненко, 2005). Отсюда совершенно очевидна необходимость токсикологического контроля поверхностных вод хозяйственно-бытового и питьевого назначения.

Во многих странах мира в системе мониторинга и управления качеством вод эффективно применяется биотестирование, данные которого являются основным критерием качества воды и безопасного водопользования.

Целью настоящего исследования было изучение и токсикологическая оценка качества поверхностных вод реки Которосли по показателю выживаемости ракообразных *Ceriodaphnia affinis* L. при кратковременном биотестировании.

Биотестирование осуществляли в соответствии с методическим руководством по биотестированию воды (1991). Пробы воды отбирали в разные периоды 2006 года на следующих 11 станциях, расположенных от истока до устья реки: станция № 1 – устье реки Которосли; станция № 2 – ливневка с Московского проспекта; станция № 3 – район стока завода «Русские краски» (бывший завод «Победа рабо-

чих»); станция № 4 – сток железнодорожной станции «Ярославль-Главный»; станция № 5 – водозабор Южной водопроводной станции; станция № 6 – сток выше водозабора Южной водопроводной станции; станция № 7 – на входе реки Которосли в черту города Ярославля (после слияния с рекой Пахмой); станция № 8 – ниже поселка Красные Ткачи; станция № 9 – деревня Веденье (база отдыха «Прибрежный»); станция № 10 – город Гаврилов-Ям (ниже очистных сооружений); станция № 11 – поселок Белогостицы (река Векса). Отбор и острое (48 час.) биотестирование проб воды проводили с периодичностью 1 раз в 2 недели с 25 мая по 25 октября 2006 года. Были протестированы 121 проба, в том числе 77 и 44 пробы, соответственно, в летний и осенний сезоны года.

Для оценки токсичности воды использовали следующие критерии:

- гибель тест-объектов составляла менее 20% – вода нетоксична,
- гибель тест-объектов составляла от 20 до 50% – вода токсична,
- гибель тест-объектов более 50% тест – вода очень токсична

(Флеров, 1991).

Данные биотестирования биологизированной воды, в которой проводили культивирование цериодафний и контрольные эксперименты, во все изученные периоды 2006 года в большинстве опытов показали 100% выживаемость тест-объекта.

Результаты биотестирования поверхностных вод реки Которосли с разных станций отбора проб, расположенных от истока до устья, свидетельствуют о неодинаковом токсическом влиянии на выживаемость цериодафний. Анализ данных по показателю выживаемости тест-объекта в пробах тестируемой воды за 2006 год позволил проследить пространственное распределение загрязнения в акватории реки Которосли. По количеству токсичных проб изученные станции располагались в следующем убывающем порядке:

№3 > №4 > №9 > №10 > №8 > №6 > №1 > №7 > №2 > №11 > №5

Результаты обследования показали, что наиболее «грязной» была вода со станции № 3 (район стока завода «Русские краски»), где 7 из 11 протестированных проб (63,6%) оказывали токсическое влияние на выживаемость цериодафний. Более того, проба от 12 июля была очень токсичной, т.к. в ней гибель рачков составляла 100%. Такая же летальность сохранялась при разбавлении нативной воды в 100 и 500 раз. Дальнейшее разбавление тестируемой воды показало, что даже при 1000-кратном разведении выживали лишь 20% особей.

На станции № 4 (сток железнодорожной станции Ярославль Главный), которая стоит на 2-м месте по токсичности воды, также как и на станции № 3, выявили 7 токсичных проб (63,6%) за весь период обследования. Из них в одной пробе (28 июня) вода была очень токсичной, т.к. летальность особей составляла 60%. В 6 пробах (все они относились к периоду летней межени) погибало 20% цериодафний, т.е. вода

также оказывала токсическое влияние на выживаемость рачков.

Далее следует станция № 9 (деревня Веденье, база отдыха «Прибрежный»), где количество токсичных проб составляло 6 из 11 – 54,5%. Очень высокая токсичность воды имела место 15 и 25 октября, когда гибель рачков в пробах составляла 50% и 44,4% соответственно. В 4-х пробах отмечали снижение выживаемости тест-объектов до 60 - 80%, что также свидетельствует об острой токсичности тестируемой воды. Важно подчеркнуть, что по показателю выживаемости наиболее токсичными были летние пробы, хотя по количеству токсичных проб летний и осенний сезоны на этой станции были равноценными (по три токсичных пробы на сезон).

Следующими в убывающем ряду токсичности идут станции № 8 (ниже п. Красные Ткачи) и № 10 (ниже г. Гаврилов-Ям). На каждой из них за весь период биотестирования выявлено по 5 токсичных проб (45,4%), а именно по 3 токсичные пробы в летний период и по 2 – в осенний период.

На станциях № 6 (сток выше водозабора Южной водопроводной станции) и № 1 (устье р. Которосли) выявлено по 4 токсичные пробы, причем на станции № 6 по 2 в летний и осенний сезоны, а на станции № 1 все 4 токсичные пробы – в летний период. Сопоставление данных по выживаемости периодами показывает, что на станции № 6 этот показатель в пробах за 10.06. и 13.09. составлял 50%, то есть вода проявляла выраженную острую токсичность (на границе с категорией «очень токсичная»). Еще в двух пробах, отобранных на этой станции 25.05. и 25.10., выживаемость рачков составляла по 80%. В пробах со станции № 1 токсичность воды была менее выражена, так как выживаемость тест-объектов лишь в одной пробе снижалась до 70% (30.08.) и в трех пробах составляла 80% (10.06., 28.06. и 12.07.). Из полученных данных следует, что большей токсичностью обладали пробы со станции № 6 по сравнению с пробами станции № 1.

Вода со станции № 7 (на входе реки Которосли в черту города Ярославля) проявляла менее выраженный токсический эффект по сравнению с выше рассмотренными станциями. Здесь выявлены 3 пробы со слабо выраженным токсическим эффектом.

На станциях № 2 (ливневка с Московского проспекта) и № 11 (п. Белогостицы) за весь период наблюдений выявлено лишь по одной токсичной пробе, в которых выживаемость периодами снижалась на 30% по сравнению с контролем, причем на станции № 11 токсичная проба была отмечена в осенний период (26.09.), а на станции № 2 – в летний период (15.08.).

Из всех 11 обследованных пунктов отбора проб по акватории Которосли наиболее благоприятную обстановку отмечали на станции № 5 (водозабор Южной водопроводной станции), вода которой за весь период наблюдений не проявляла токсического эффекта.

Изучение качества воды реки Которосли в течение 2006 года показало также наличие сезонной динамики токсичности. Удельный вес токсичных проб в целом за период летней межени составлял не менее 25%, при этом доля очень токсичных проб равнялась 2,6% (2 из 77 проб от 28.06. и 12.07.), токсичных проб – 33,8% (26 из 77 проб). Удельный вес нетоксичных проб составил за летний период 63,6% (49 из 77 проб). По отдельным летним месяцам уровень токсичности претерпевал существенные (почти двукратные) изменения. Так, 26 июля и 30 августа доля токсичных проб составляла 27,3% (по 3 пробы из 11), 25 мая, 28 июня и 15 августа – 36,4% (по 4 пробы из 11) и, наконец, 10 июня и 12 июля – 45,5% (по 5 проб из 11). Из 44 проб воды, обследованных в осенний период, наиболее токсичными оказались пробы от 13 сентября со станции № 11 и от 15 октября со станции № 9, в которых гибель рачков составляла 50% от контроля. Наибольшее количество токсичных проб – 7 из 11 протестированных (63,6%) выявлено 25.10., а наименьшее – 15.10. (18,2%). По три токсичных пробы (27,3%) обнаружено 13 и 26 сентября. В целом за осенний период токсическим влиянием на выживаемость цериодафний обладала вода 15 проб (из 44), что составляло 34,1%. Сравнение показателей выживаемости и доли токсичных проб по сезонам года свидетельствует о более выраженном токсическом действии воды в период летней межени.

Обобщая полученные данные, следует отметить, что уровень токсического загрязнения поверхностных вод реки Которосли различался на разных станциях отбора проб, а также в летний и осенний периоды 2006 года. В целом удельный вес проб с острым или очень острым токсическим эффектом составил 35,5% (43 из 121 пробы). Загрязнение Которосли распределялось по течению от истока до устья реки неравномерно. Максимальную летальность тест-объектов отмечали в местах наиболее вероятного сброса неочищенных сточных вод, что требует усиления токсикологического контроля качества водотоков бытового и особенно питьевого назначения.

#### Литература

*Лукьяненко В.И.* Улучшение водоподготовки и состояния водоподающих сетей – важнейшие звенья обеспечения населения качественной питьевой водой // Актуальные проблемы экологии Ярославской области (материалы III науч.-практич. конференции). Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2005. Вып.3, т.2, с.247-254.

*Методическое руководство по биотестированию воды РД-118-02-90.* М.: Госкомприрода, 1991. 52 с.

*Флеров Б.А.* Оценка экологического состояния водоемов при антропогенном воздействии // Гидробиологический журнал, 1991, №3, с.37-41.

## **МОРФОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫБ КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ**

*Васильев А.С. \*, Непорожная И.А. \*\**

*\*Институт биологии внутренних вод (ИБВВ РАН)*

*\*\*Череповецкий государственный университет (ЧГУ)*

В связи с ростом антропогенной нагрузки на водоемы, особенно континентальные, рыбы, как конечное звено трофической цепи, подвергаются многофакторным неблагоприятным воздействиям. В водоемы поступают сотни химических веществ различного типа действия. Это вызывает у рыб многие неспецифические симптомы, которые трудно связать с действием определенных токсикантов. Поэтому разработка и применение методов диагностики состояния рыб принадлежит к числу наиболее актуальных задач рыбохозяйственной токсикологии (Лукьяненко, 1983, 1987, 1989).

В настоящее время для определения состояния рыб используются различные методы: от визуальных наблюдений до биохимических и генетических исследований. Исследования рыб с диагностическими целями проводятся, как правило, в случаях массовой гибели, которая является крайним проявлением острого течения патологического процесса. В то же время хронические токсикозы на многих водоемах стали обычным явлением. Динамика отхода рыб при этом иная, чем при острых токсикозах, и внешне ярко не проявляется, особенно на таких этапах развития как инкубация икры и ранний постэмбриональный период. Однако именно эти этапы в развитии рыб часто оказываются наиболее уязвимыми. При хронических токсикозах четко проявляются и особенности видového реагирования рыб.

Влияние загрязняющих веществ сказывается на рыбах, прежде всего вследствие ухудшения качества природных вод как среды обитания, условий их нагула и нереста. Это отчетливо прослеживается на размерно-весовых показателях и других ихтиологических данных, которые могут служить важным информативным материалом. Рыбы являются четкими биоиндикаторными организмами при оценке уровня загрязнения водоемов и качества водной среды, так как на всех этапах развития аккумулируют в себе изменения в среде обитания. В отличие от других водных организмов рыбы могут дать разнообразную информацию о наличии токсикантов в водоеме. Именно клинические, морфопатологические, гистологические, биохимические, гематологические и физиологические исследования дают такую возможность (Лукьяненко, 1983).

В настоящее время уровень загрязнения водоемов достиг такой степени, что токсикозы у рыб проявляются визуально и такой метод оценки их состояния, как морфопатологический приобрел особое значение (Аршаница, Лесников, 1987; Макрушин и др., 1989; Аршаница, Васильев, Лукьяненко, 1998; Решетников и др., 1999; Васильев, 2002). Морфопатологические исследования подводят фундамент, необходимый для понимания сущности патологии разной причины, а в комплексе с методами патологической физиологии и биохимии позволяют анализировать болезнь во всем ее объеме. Сравнительное морфологическое исследование рыб, а также экспериментальные данные позволяют вскрыть не только динамику изменений, но и отдельные черты патогенеза, включая возникновение, течение и исход токсикоза. При этом необходимо учитывать общепатологические процессы токсикоза, к которым относятся признаки гибели, расстройства обмена веществ, воспаления, нарушения роста и развития, а также компенсаторные процессы и иммунные реакции.

Методика морфопатологических исследований обычно предусматривает наружный осмотр рыб с последующим их вскрытием (Аршаница, 1970; Аршаница, Лесников, 1987; Аршаница и др., 1998). Решетниковым Ю.С. и соавторами (1999) предложен расчет индекса неблагоприятного состояния (ИНС) и нормированный индекс (IN). ИНС выражает состояние особи в виде одного числа и определялся как сумма баллов по ряду анализируемых органов. Нормированный индекс (IN) рассчитывали по формуле:

$$IN = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} B_i}{\sum_{i=1}^{i=n} B_{max}}$$

где IN - нормированный индекс;  $B_i$  - балл по  $i$ -му признаку;  $B_{max}$  - максимальный балл по  $i$ -му признаку;  $n$  - число исследованных признаков.

Среди морфопатологий у рыб выделяют так называемые фенотипические отклонения – своеобразную группу изменений, которая занимает промежуточное место между качественными и количественными признаками. Данный термин предложил Лернер (Lerner, 1954) для обозначения наследственных отклонений от нормы, очень изменчивых по проявлению и частоте встречаемости. Наличие фенотипических отклонений в популяции можно рассматривать как своего рода показатель снижения генетического гомеостаза и гомеостаза развития. Среди рыб множественные аномалии отмечены у молоди сазана, лососевых рыб, лабео и ряда других видов (Кирпичников, 1987). Частота проявления фенотипического отклонения в большой степени зависит от условий обитания рыб.

Легче всего фенотипические отклонения обнаруживаются при инбридинге и неблагоприятных условиях обитания рыб. Важнейшими факторами среды, влияющими на частоту и степень проявления фенотипических отклонений, являются температура, газовый режим водоема, pH воды. Отдельные аберрации (в особенности уродства позвоночника) предложено использовать как чувствительные индикаторы мутагенного действия радиации на рыб (Schgröder, 1979). Нами (Васильев, 2007) у сеголетков окуня, плотвы и леща Рыбинского водохранилища выявлены аномалии ротового аппарата, осевого скелета и плавников с частотой встречаемости от 2 до 5%. Вместе с тем ряд уродств у молоди рыб оказывается связанным с травматическими повреждениями.

Исследования морфопатологий рыб водохранилищ Верхней Волги позволили обнаружить целый спектр патологий: нарушение целостности чешуйного покрова, поражение плавников, ослизнение жабр, снижение упитанности вплоть до истощения (Аршаница и др., 1998; Васильев, 2002, 2003; Васильев, Непорожня, 2008). Результаты вскрытия показали, что у многих видов и отдельных возрастных групп имеют место патологические изменения внутренних органов: печени, почек, сердца, кишечника. Наиболее отчетливо отклонения от нормы проявляются у рыб в жабрах и печени. В ряде случаев зафиксированы аномалии в строении плавников и ротового аппарата, искривления позвоночника, изменения в селезенке и гонадах, наличие абсцессов и язв на теле рыб.

Состояние органов и тканей связано с состоянием среды обитания, характером распределения загрязняющих веществ в водоёме, особенностями экологии рассматриваемых видов (Лукьяненко, 1983; Васильев, 2002). У всех исследованных видов рыб степень выраженности патологии органов не зависит от пола и стадии зрелости гонад. Максимальная выраженность патологии наблюдается летом, снижается осенью и минимальна – зимой. Как известно (Лукьяненко, 1987), наряду с концентрацией токсикантов в среде температура оказывает влияние на выраженность патологических процессов.

Таким образом, метод морфопатологических исследований рыб благодаря экспрессивности, результативности и практической значимости открывает широкие возможности для оценки состояния рыб в естественных водоемах. К тому же морфопатологический метод оценки состояния рыб и среды обладает высокой чувствительностью, в сравнении с рядом методов биологического анализа качества вод (Макрушин и др., 1989). Достоинством морфопатологического метода является и то обстоятельство, что он может использоваться в полевых условиях, так как при этом не требуется специального оборудования.

## Литература

*Арианица Н.М.* Методика патологоанатомических исследований в водной токсикологии // Памятная записка о симпозиуме по водной токсикологии (СЭВ). Л.: ГосНИОРХ, 1970, с. 5-9.

*Арианица Н.М., Лесников Л.А.* Патолого-морфологический анализ состояния рыб в полевых и экспериментальных токсикологических исследованиях // Методика токсикологических исследований. Л.: ГосНИОРХ, 1987, с. 7-12.

*Арианица Н.М., Васильев А.С., Лукьяненко В.И.* Ихтиопатологический анализ состояния здоровья природных популяций разных по экологии видов рыб // Актуальные проблемы экологии Ярославской области. Ярославль: Издание ВВО РЭА, 1998, с.78-84.

*Васильев А.С.* Морфопатологический анализ леща и синца Рыбинского водохранилища // Вопросы рыболовства, 2002. Т. 3, № 4 (12), с. 605-613.

*Васильев А.С.* Морфопатологические исследования рыб малых рек Ярославской области // Экологическое состояние малых рек Верхнего Поволжья. М.: Наука, 2003, с. 357-366.

*Васильев А.С.* Фенодевианты сеголетков массовых видов рыб Волжского плеса Рыбинского водохранилища // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов. М., 2007, с. 319-322.

*Васильев А.С., Непорожня И.А.* Анализ состояния органов и тканей леща водохранилищ верхней Волги // Биология: теория практика, эксперимент. Саранск, 2008, с. 108-110.

*Киртичников В.С.* Генетика и селекция рыб. Л.: Наука. 1987, 520 с.

*Лукьяненко В.И.* Общая ихтиотоксикология. М.: «Легкая и пищевая промышленность», 1983. 320 с.

*Лукьяненко В.И.* Экологические аспекты ихтиотоксикологии. М.: «Агропромиздат», 1987. 240 с.

*Лукьяненко В.И.* Рыбохозяйственная токсикология: современное состояние и первоочередные задачи // Первая всесоюзная конференция по рыбохозяйственной токсикологии. Рига, 1989, ч.2, с.18-23.

*Макрушин А.В., Арианица Н.М., Мосиенко Т.К., Чинарева И.Д., Сношкина Е.В.* Сопоставление результатов применения разных методов биологического анализа качества вод // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. СПб., 1989, № 291, с. 117-123.

*Решетников Ю.С., Попова О.А., Кацулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.-А., Сталдвик Ф.* Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб // Успехи современной биологии, 1999. Т. 119, №2, с. 165-177.

*Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища.* Ярославль, 1997. 232 с.

*Lerner I.M.* Genetic homeostasis. Edinburgh. 1954. 134 p.

*Schröder J.H.* Methods of screening radiation induced mutations in fish // Methodology for assessing impacts of radioactivity aquatic ecosystems. Vienna, 1979, p. 381-402.

## ИЗУЧЕНИЕ ЛИХЕНОФЛОРЫ ЛЕСОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

*Верина О.В., Сурикова К.В. \*, Иванова Н.Л. \*\**

*\* МОУ ДОД ЦДТ «Солнышко» Ярославского муниципального района,*

*\*\* Ярославский государственный педагогический  
университет им. К.Д. Ушинского (ЯГПУ)*

В отличие от растений и грибов лишайники на территории Ярославской области практически не исследовались. Вне зоны внимания оказалась крупная, экологически значимая группа симбиотрофных организмов. Не исключено нахождение на территории нашей области видов лишайников, включенных в Красную книгу России. Во многих странах и регионах лишайники выбраны в качестве основных объектов глобального экологического мониторинга. Метод лишайноиндикации природной среды давно используется в силу того, что лишайники широко распространены по всему Земному шару. Их реакция на внешнее воздействие сильна, а собственная изменчивость незначительна и чрезвычайно замедленна по сравнению с другими организмами. Некоторый опыт применения лишайноиндикации имеется и у нас (Иванова, Аминова, 2004). Оценка среды обитания лесных фитоценозов Ярославской области с помощью лишайноиндикации поможет создать более надежное представление об их состоянии и составить прогноз на ближайшие годы.

Целью нашей работы явилось изучение и описание флоры лишайников лесов северо-западного побережья Рыбинского водохранилища в устье реки Себлы.

В задачи исследований входило: изучение видового состава лишайников на выбранной территории, изучение пространственного распределения видов лишайников (по субстратам, древесным породам и фитоценозам), проведение оценки экологического состояния природной среды по лишайноиндикации.

Исследования проходили на северо-западном побережье Рыбинского водохранилища Ярославской области в устье реки Себла. Здесь проходит северная граница нашей области с Тверской и Вологодской областями. Леса на данной территории представляют собой южную границу тайги. Район исследований удален от промышленных городов, имеет низкую плотность сельского населения и минимальное число туристов. Ближе к нему находятся Дарвинский заповедник и памятник природы «Прозоровский сосновый бор».

Сбор материала проводили в течение двух полевых сезонов: июль-август 2006 и 2007 годов. Нами выявлены основные для данной местности виды растительных фитоценозов: березово-еловый и бере-

зово-сосновый лес, сосняк, березняк и ельник, проведено их геоботаническое описание. Составлена карта-схема обследуемого района площадью примерно 50 га. Работа выполнена в рамках эколого-биологического палаточного лагеря «Себла». Поиск лишайников в каждом биотопе велся с различных субстратов: коры деревьев разных видов (сосны, ели, березы, осины, можжевельника), с мертвой древесины (упавших деревьев и пней), почвы (среди мха в лесу и с земли вдоль тропинок и дорог). Лишайники собирали, по возможности, с кусочками субстрата с помощью ножа. Для определения их видового состава использовали литературу (Гарибова и др., 1978; Голубкова, 1966; Солдатенкова, 1977). Подсчет численности лишайников на деревьях путем измерения их проективного покрытия делали, используя метод «линейных пересечений» (Боголюбов, Кравченко, 2001). Для этого была заложена пробная площадка в березово-еловом лесу, и определено проективное покрытие лишайников на 20 экземплярах березы повисшей (*Betula pendula* Roth). Закладка пробной площадки производилась следующим образом: маркируется центр (вбивается кол в землю) и вокруг него берутся 20 деревьев одной породы, на которых и определяется проективное покрытие. На высоте 150 см от комля дерева накладывается мерная лента. Нулевая точка приходится точно на севере (определяется по компасу), делается полный оборот мерной ленты вокруг ствола по часовой стрелке с севера на восток. Длина окружности ствола принимается за 100 %, длина талломов измеряется с точностью до 1 мм.

В результате проведенных исследований пяти различных фитоценозов нами были собраны 84 образца лишайников. При определении видовой принадлежности каждого образца обнаружено 18 видов лишайников из 7 родов:

1. *Hypogymnia physodes* (L.) Nul. – Гипогимния вздутая.
2. *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav. – Гипогимния трубчатая.
3. *Usnea comosa* (Ach.) Rohl. – Уснея хохлатая.
4. *Usnea hirta* (L.) Wigg. emend. Mot. – Уснея жесткая.
5. *Xanthoria parietina* (L.) Belt. – Ксантория постенная (стенная золотнянка).
6. *Peltigera canina* (L.) Willd. – Пельтигера собачья.
7. *Peltigera aphthosa* (L.) Willd. – Пельтигера пупырчатая.
8. *Cetraria islandica* (L.) Ach. – Цетрария исландская («исландский мох»).
9. *Cladonia rangiferina* (L.) Web. – Кладония оленья.
10. *Cladonia alpestris* (L.) Rabenh. – Кладония приальпийская.
11. *Cladonia bacillaris* Nyl. – Кладония палочковая.
12. *Cladonia cenotea* (Ach.) Schaer. – Кладония пустая.
13. *Cladonia foliacea* (Huds.) Schaer. – Кладония листовая.

14. *Cladonia fimbriata* (L.) Fr. – Кладония бахромчатая.
15. *Cladonia coniocraea* (Flk.) Sandst. – Кладония шишконосная.
16. *Cladonia squamosa* (Scop.) Hoffm. – Кладония чешуйчатая.
17. *Evernia prunastri* (L.) Ach. – Эверния сливовая («дубовый мох»).
18. *Evernia mesomorpha* (Flot.) Nyl. – Эверния мезоморфная.

В березово-еловом лесу обнаружены виды под номерами списка 1-4, 11, 16-18; в березово-сосновом – 1, 3-8, 12, 16-18; в ельнике – 1, 11, 16; в сосняке – 1, 6-13; березняке – 1, 2, 5. Таким образом, наиболее богат видами лишайников березово-сосновый лес и сосняк (по 11 видов), далее березово-еловый лес (8 видов). В ельнике и березняке обнаружено всего по 3 вида. Возможно, большая сомкнутость крон (10 баллов) и, следовательно, малая освещенность в этих биотопах не способствовали развитию большого числа видов лишайников. Кроме того, березняк является молодым лесом без спелого древостоя, развивающийся на месте бывшей вырубki, поэтому растительное сообщество ими еще не наполнено.

Нами исследованы основные экологические группы лишайников в зависимости от типа предпочитаемого субстрата. Всего определено на почве 10, на мертвой древесине – 6, на коре стволов и ветвей деревьев – 8 и в прикорневых воронках – 4 вида. Этими видами были: на почве – *Peltigera canina*, *P. aphthosa*, *Cetraria islandica*, *C. rangiferina*, *C. alpestris*, *C. alpestris*, *C. bacillaris*, *C. cenotea*, *C. foliacea*, *C. fimbriata*, *C. coniocraea*; на мертвой древесине – *Xanthoria parietina*, *Cladonia bacillaris*, *C. cenotea*, *C. coniocraea*, *C. fimbriata*, *C. squamosa*; на коре стволов и ветвей – *Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa*, *Usnea comosa*, *U. hirta*, *Xanthoria parietina*, *Cladonia bacillaris*, *Evernia prunastri*, *E. mesomorpha*; в прикорневых воронках – *Cladonia bacillaris*, *C. cenotea*, *C. foliacea*, *C. coniocraea*. 12 видов лишайников предпочитали только один из изученных субстратов, а на всех присутствовала кладония палочковая.

Нами отмечено отсутствие эпилитной лихенофлоры как следствие отсутствия субстрата, на котором ее можно было обнаружить. По мнению профессора института археологии РАН Л.В. Кольцова формирование современного рельефа в нашем регионе шло в послеледниковый период, когда практически не было растительности, господствовали сильные ветры. Большие массы песка переносились на огромные расстояния и оседали. По-видимому, именно благодаря этому, в устье реки Себлы и были созданы наносные террасы.

Из литературы (Солдатенкова, 1977; Иванова, Аминова, 2004) известно, что при повышении степени загрязнения воздуха первыми исчезают кустистые, затем листоватые и последними – корковые формы. Самыми чувствительными являются виды рода уснея. Они

встречаются только в естественных местообитаниях без ощутимого антропогенного влияния (Боголюбов, Кравченко, 2001). Анализ обнаруженных экологических групп лишайников указывает на достаточно благополучное экологическое состояние окружающей природной среды. Нами были определены как листоватые, так и кустистые лишайники, в том числе 2 вида *Usnea*. Однако, для более объективной его оценки необходимы дальнейшие исследования не только видового состава лишенофлоры, но и лишайниковых группировок – лихеносинузий.

При определении общего проективного покрытия выявлено: стволы у 20 обследованных деревьев березы повисшей покрыты лишайниками на 14,7-73,7%, а в среднем – на 43,6%. Анализ проективного покрытия по видам показал, что наиболее высокий процент характерен для рода гипогимния, особенно для гипогимнии вздутой (39,8%), остальные виды имеют от 1,1 до 8,2%.

На основании приведенных данных можно сделать выводы, что в исследуемом районе в устье реки Себла наиболее богат видами лишайников березово-сосновый лес и сосняк (по 11 видов). Из экологических групп наиболее разнообразна эпигейная лишенофлора (10 видов). Среди эпифитных лишайников доминирует гипогимния вздутая.

#### Литература

*Боголюбов А.С., Кравченко М.В.* Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации // Методические пособия по полевой экологии. М: Ассоциация «Экосистема». Московский полевой учебный центр «Экосистема», 2001. – на электронном носителе (CD).

*Гарибова Л.В., Дундин Ю.К., Коптяева Т.Ф., Филин В.Р.* Водоросли, лишайники и мохообразные СССР. М: Мысль, 1978. 365 с.

*Голубкова Н.С.* Определитель лишайников средней полосы Европейской части СССР. М.-Л., 1966.

*Иванова Н.Л., Аминова М.Л.* Экологическое состояние микро-района средней школы № 88 г. Ярославля // Естествознание: исследования и образование: Материалы конференции «Чтения Ушинского» естественно-географического факультета. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2004, с.102-108.

*Солдатенкова Ю.П.* Малый практикум по ботанике. Лишайники (кустистые и листоватые). М.: Изд-во МГУ, 1977. 124 с.

## СИНАНТРОПНАЯ КОЛЕОПТЕРОФАУНА ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ

*Власов Д.В.*

*Ярославский государственный историко-архитектурный  
и художественный музей-заповедник (ЯГИАХМЗ)*

Населенные пункты – сравнительно новая среда обитания животных, весьма специфическая по своим параметрам. В результате деятельности человека на территории поселения уничтожаются природные биоценозы и создаются новые со свободными экологическими нишами. Таковыми являются жилые и служебные постройки, имеющие весьма своеобразную фауну. Ее основу составляют синантропные членистоногие, значительная часть которых относится к отряду жесткокрылых (Insecta, Coleoptera). Нами в качестве синантропных рассматриваются только беспозвоночные, весь цикл развития которых проходит в постройках (полные синантропы). Они в свою очередь делятся на облигатных (далее О) и факультативных (Ф) синантропов. К группе облигатных синантропов относятся жуки, которые в изучаемом регионе не могут завершить цикл развития в природе, а виды, постоянно развивающиеся как в природных условиях, так и в человеческих постройках являются факультативными синантропами.

Многие виды синантропных жуков являются вредителями пищевых продуктов и различных материалов и в результате неконтролируемого размножения могут приносить ощутимый вред. Некоторые из них расселились всесветно, другие являются объектами внутреннего и внешнего карантина.

Материалом для настоящей работы послужили сборы автора в различных помещениях г. Ярославля в течение 1988-2007 гг. Здесь нами зарегистрированы 54 вида синантропных жуков, относящихся к 20 семействам.

Наиболее разнообразны вредители пищевых продуктов и лекарственного сырья (23 вида). Это: *Dermestes lardarius* L. (Ф) (Dermestidae); *Ryzopertha dominica* F. (О) (Bostrichidae); *Stegobium paniceum* L. (О); *Lasioderma serricornis* F. (О) (Anobiidae); *Ptinus fur* L. (Ф); *Ptinus bicinctus* Sturm (Ф); *Ptinus raptor* Sturm (Ф); *Ptinus villiger* Rtt. (Ф); *Niptus hololeucus* Fald. (Ф) (Ptinidae); *Oryzaephilus surinamensis* L. (О) (Silvanidae); *Cryptolestes pusillus* Schoenh. (О); *Cryptolestes ferrugineus* Steph. (О) (Laemophloeidae); *Latheticus oryzae* Waterh. (О); *Tribolium castaneum* Hbst. (О); *Tribolium confusum* Jacq. (О); *Tribolium*

*destructor* Uytt. (O); *Tribolium madens* Charp. (O); *Alphitobius diaperinus* Panz. (O); *Tenebrio molitor* L. (Ф) (Tenebrionidae); *Acanthoscelides obtectus* Say (O); *Bruchus pisorum* L. (O) (Bruchidae); *Sitophilus granarius* L. (O); *Sitophilus oryzae* L. (O) (Dryophthoridae). Большинство из них всесветно распространенные жуки, являющиеся облигатными синантропами. Успешность их расселения связана с особенностями биологии: высокой скоростью размножения, нетребовательностью к режиму влажности и широким спектром пищевых предпочтений. Факультативные синантропы *Dermestes lardarius* и *Tenebrio molitor* в массе встречаются в центральной части г. Ярославля на чердаках, заселенных птицами. Первый из них в помещениях развивается на любых веществах, богатых животными белками. Второй встречается в запасах мучных и зерновых продуктов, также отмечено повреждение энтомологических сборов. Представители семейства Ptinidae в природных условиях развиваются в трухе старых деревьев, брошенных гнездах общественных насекомых и птиц, в помещениях вредят продуктам растительного происхождения (Егоров, Лабинов, 2000). В г. Ярославле питание этих видов не изучено, жуки *Ptinus villiger* были выведены из крысиного помета. Зерновки *Acanthoscelides obtectus* и *Bruchus pisorum* в исследуемом регионе образуют только псевдопопуляции. Первый вид развивается в сухой фасоли, постоянные запасы которой в области отсутствуют, второй – в посевном горохе, заселяемом в полях. Зона распространения этого вида проходит гораздо южнее (Егоров, Лабинов, 2000), развития на складах не происходит т.к. его личинки не могут питаться сухим горохом.

Жуки, повреждающие кератинсодержащие материалы и энтомологические коллекции, являются вторыми по вредоносности. Это кожееды (Dermestidae): *Attagenus schaeferi* Hbst. (Ф); *Attagenus unicolor* Brahm. (Ф); *Attagenus smirnovi* Zhant. (O); *Reesa vespulae* Mill. (O); *Anthrenus scrophulariae* L. (Ф); *Anthrenus picturatus* Sols. (Ф); *Anthrenus museorum* L. (Ф); *Anthrenus polonicus* Mrocz. (Ф). Факультативные синантропы в природных условиях развиваются в гнездах птиц, откуда в теплый сезон мигрируют в помещения, постоянно пополняя синантропные популяции. Личинки *Anthrenus scrophulariae*, *Anthrenus picturatus* и *Anthrenus polonicus* вне построек нами не обнаружены, но эти виды отнесены к факультативным синантропам т.к. развиваются в неотопливаемых зданиях и на чердаках. *Attagenus smirnovi*, происходящий из Восточной Африки, был завезен в Европу в середине XX века (Жантiev, 1976). Широко расселившись в городах, он стал вредителем кератинсодержащих материалов. В Ярославле личинки собирались в помещениях только в местах скопления пы-

ли под плинтусами и мебелью, также единично отмечались повреждения энтомологических сборов. *Reesa vespulae* обнаружен нами только в энтомологических коллекциях. Он быстро наращивает свою численность и наносит серьезный ущерб, так как размножается партеногенетически, без дополнительного питания.

В деревянных конструкционных элементах зданий, мебели и экспонатах из дерева развиваются восемь видов синантропных жуков. Это: *Ernobius mollis* L. (Ф); *Anobium punctatum* Deg. (О); *Hemicoleus rufipes* F. (Ф); *Hadrobregmus pertinax* L. (Ф); *Hadrobregmus confusus* Kt. (Ф); *Priobium carpini* Hbst (Ф) (Anobiidae); *Callidium violaceum* L. (Ф) (Cerambycidae); *Hexarthrum exiguum* Boh. (О) (Curculionidae). Наиболее вредоносным является *Anobium punctatum*, который в г. Ярославле заселяет постройки с печным отоплением. Вид особо опасен для музейных экспонатов из дерева и старинных книг, хранящихся в малоприспособленных помещениях и подверженных резким колебаниям температуры и влажности. Личинки *Ernobius mollis* и *Callidium violaceum* развиваются в неокоренных или слабоокоренных хвойных лесоматериалах. При использовании зараженной древесины для подсобных работ в музеях они могут повреждать музейные экспонаты во время отрождения жуков и выхода их из древесины. *Hexarthrum exiguum* заселяет переувлажненную древесину (доски «черных» полов, потолочные перекрытия в местах протечек). Остальные виды развиваются в старой сухой древесине и являются опасными вредителями памятников деревянного зодчества, однако в г. Ярославле их вредоносность незначительна.

В подвалах и неотапливаемых складских помещениях отмечены шесть видов: *Silpha obscura* L. (Ф) (Silphidae); *Cryptophagus cellaris* Scop. (Ф); *Cryptophagus pilosus* Gyll. (Ф); *Cryptophagus saginatus* Sturm (Ф); *Cryptophagus scutellatus* Newm. (Ф) (Cryptophagidae); *Mycetaea subterranea* F. (Ф) (Endomychidae). Представители сем. Cryptophagidae являются факультативными нидиколами и часто обитают в гнездах мышевидных грызунов. *Mycetaea subterranea* развивается во влажных помещениях, где древесина заражена домовым грибом (Никитский и др., 1996). Личинки и жуки *Silpha obscura* зарегистрированы в технических подвалах панельных многоэтажек. Как синантропный этот вид указывается впервые.

Три вида синантропных жесткокрылых являются хищниками и развиваются за счет вредителей запасов и разрушителей древесины. *Grynocharis oblonga* L. (Ф) (Trogossitidae) встречается под корой и в мертвой древесине лиственных и хвойных пород, где питается личинками различных ксилобионтов. Впервые зарегистрировано обита-

ние вида в синантропных условиях – в неотапливаемой пристройке к дому, заселенной точильщиком *Hadrobregmus pertinax*. *Tenebroides mauritanicus* L. (O) (Trogossitidae) обитатель широколиственных лесов, в природных биоценозах встречается гораздо южнее Ярославской области. Также он заселяет постройки и развивается в продовольственных запасах за счет их вредителей. Из Ярославля вид известен по нескольким экземплярам, найденным внутри «неповрежденных» грецких орехов. *Korynetes caeruleus* Deg. (Ф) (Cleridae) обитает в мертвой древесине, где питается личинками точильщиков. В г. Ярославле он собран в непостоянно отапливаемом доме в половице, заселенной *Anobium punctatum*, как синантропный указывается впервые.

В теплицах и оранжереях собраны два синантропных вида: *Perigona nigriceps* Dej. (O) (Carabidae) и *Otiorhynchus sulcatus* F. (O) (Curculionidae). Экономически значимым является последний вид, личинки которого подгрызают корни культивируемых растений и серьезно вредят тепличному хозяйству.

На чердаках старых зданий в центральной части г. Ярославля обнаружен *Saprinus tenuistrius sparsutus* Sols. (Histeridae). Он питается личинками двукрылых, развивающихся на останках погибших птиц. Этот вид обитает в степной зоне (Крыжановский, Рейхардт, 1976). Севернее он встречается только в населенных пунктах, но как синантропный указывается впервые.

В постоянно отапливаемых помещениях неоднократно отмечался *Dienerella filum* Aube (Ф) (Lathridiidae), развивающийся на органических веществах, зараженных несовершенными грибами.

Также в Ярославль завозились и в помещениях некоторое время развивались два вида жуков, обитающих в естественных биотопах Ярославской области. Это *Necrobia rufipes* Deg. (Cleridae), считающийся факультативным синантропом (Егоров, Лабинов, 2000), и завезенный с черепом лося в Зоологический музей ЯрГУ, и *Ropalodontus perforatus* Gyll. (Ciidae), развивающийся в декоративных изделиях, изготовленных из плодовых тел березового трутовика.

Некоторые облигатные синантропные вредители запасов исчезли из Ярославля в результате изменения условий хранения и перевозки повреждаемых продуктов и товаров. Так, отсутствие в настоящее время популяций кожеедов из рода *Dermestes* (*D. ater* Deg; *D. frischii* Kug.; *D. maculatus* Deg; *D. sibiricus* Er.; *D. undulatus* Brahm), встречавшихся в городе на рубеже XIX - XX веков (Яковлев, 1902), мы связываем с появлением холодильного оборудования и изменением условий хранения копченых и вяленых мясо- и рыбопродуктов. Так-

же исчезли чернотелки (Tenebrionidae) – *Blaps mortisaga* L., регулярно завозившийся с сырьем для табачной фабрики с Украины, и *Tenebrio obscurus* F, заселявший зерносклады.

Увеличение видового разнообразия жуков – обитателей жилищ г. Ярославля возможно по двум направлениям. Первое – вселение в помещения видов, известных как факультативные синантропы (Егоров, Лабинов, 2000; Жантиев, 1976), и обитающих в окрестностях города. Это: *Trogoderma glabrum* Hbst; *Trogoderma versicolor* Creutz. (Dermestidae); *Ostoma ferruginea* L. (Trogossitidae); *Mycetophagus quadriguttatus* Muell.; *Typhaea stercorea* L. (Mycetophagidae); *Palorus depressus* F. (Tenebrionidae), а также некоторые Cryptophagidae и Lathridiidae. Второе – завоз опасных облигатных синантропов из других регионов России или из-за рубежа. Наиболее вероятно появление новых видов жуков из семейств: Dermestidae; Bostrichidae; Anobiidae; Ptinidae; Nitidulidae и Tenebrionidae. Только для чернотелок нами прогнозируется появление пяти видов, являющихся вредителями пищевых запасов: *Alphitobius laevigatus* F.; *Alphitophagus bifasciatus* Say; *Gnatocherus cornutus* F.; *Palorus ratzeburgi* Wissm.; *Palorus subdepressus* Woll. (Власов, Егоров, 2007).

#### Литература

Власов Д.В., Егоров Л.В. Аннотированный список чернотелок (Coleoptera, Tenebrionidae) Ярославской области // Эверсманния. Энтомологические исследования в Европейской России и соседних регионах, вып. 11-12, с. 53-60.

Егоров Л.В., Лабинов С.А. Жесткокрылые – вредители продовольственных запасов Чувашской Республики. Чебоксары, 2000. 46 с.

Жантиев Р.Д. Жуки-кожееды фауны СССР. М., 1976. 182 с.

Крыжановский О.Л., Рейхардт А.Н. Жуки надсемейства Histeroidea. Л.: Наука, 1976. 434 с.

Никитский Н.Б., Осипов И.Н., Чемерис М.В., Семенов В.Б., Гусаков А.А. Жесткокрылые – ксилобионты, мицетобионты и пластинчатоусые Приокско-Террасного биосферного заповедника (с обзором фауны этих групп Московской области). М., 1996. 197 с.

Яковлев А.И. Список жуков (Coleoptera) Ярославской губернии // Тр. Ярославского естественно-исторического общества. Ярославль, 1902, т.1, с. 88-186.

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШЕКСНИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

*Дзюбан А.Н.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

Бактериальное население водоемов подвергает деструкции не только автохтонные органические вещества (ОВ), но также нефтепродукты, фенолы и другие антропогенные соединения (Волга и ее жизнь, 1978) и служит основным звеном процессов самоочищения (Романенко, 1985). Благодаря высокой активности и видовому разнообразию бактерии воды и донных отложений (ДО) служат чрезвычайно чувствительным индикатором бытовых и промышленных загрязнений. Он позволяет судить о локализации и экологическом воздействии этих загрязнений на биоценозы.

Шекснинское водохранилище состоит из двух частей – шекснинского речного плеса и оз. Белого. Исследования на водоеме проводились в весенне-летний период 1994, 1995 гг. на 19 станциях (рисунок), установленных с учетом особенностей морфометрии водоема и расположения возможных источников бытового и техногенного загрязнения.

Исследования и расчеты проводили общепринятыми методами (Кузнецов, Дубинина, 1989; Дзюбан, Крылова, 2000) с помощью кислородомера КЛ-115, иономера Radelkis, газового хроматографа Chrom-5 с пламенно-ионизационным детектором (ПИД), сцинтилляционного счетчика Mark-2, микроскопов Ergoval и Люмам, газохроматографического анализатора CNH-1.

Общее число бактерий (ОЧБ) и их биомассу в воде определяли эритрозиновым методом, в ДО – с помощью эпифлуоресцентной микроскопии. Число «активнодышащих» клеток подсчитывали после инкубации проб с акцептором электронов INT (Dutton et al., 1986). Концентрацию растворенного  $\text{CH}_4$ , интенсивность метаногенеза и метаноокисления определяли газохроматографически, применяя различные ингибиторы, на ПИД с колонками, заполненными сорбентом Poragac-Q. Бактериальную ассимиляцию ряда  $^{14}\text{C}$ -субстратов измеряли радиоизотопным способом, деструкцию в воде – скляночным методом, деструкцию в грунтах – по поглощению ими  $\text{O}_2$  и выделению в надъильовую воду  $\text{CO}_2$ .

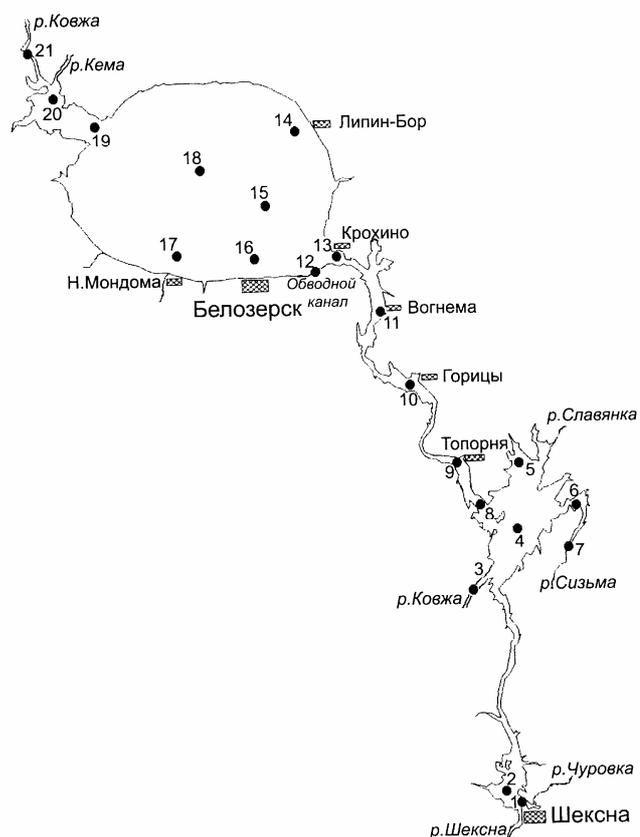


Схема Шекснинского водохранилища и расположение станций отбора проб

Речной участок: 1 – устье р. Чуровки, 2 – приплотинный плес, 3 – р. Ковжа-шекснинская, 4 – Сизьменское расширение, 5 – пойма, 6 – устье р. Сизьмы, 7 – р. Сизьма, 8 – Росбуй, 9 – Топорня, 10 – Горицы, 11 – Вогнема, 12 – обводной канал; оз. Белое: 13 – Крохино, 14 – Липин-Бор, 15 – центр-1, 16 – Белозерск, 17 – Нижняя Мондома, 18 – центр-2, 19 – устье р. Ковжи-белозерской, 20 – р. Ковжа-белозерская, 21 – р. Ковжа-белозерская

Численность сапрофитных бактерий (СБ), нефтеокисляющих, маслянокислых, сульфатредуцирующих и гетеротрофных (ГБ) бактерий учитывали на специальных питательных средах (Кузнецов, Дубинина, 1989, Дзюбан, 1992). Сапробность среды рассчитывали по показателю СБ/ОЧБ, %, трофический уровень участков – по соотношению численности гетеротрофных и сапрофитных бактерий (Романенко, 1985).

Микробиологические исследования вод Шекснинского водохранилища в 1961–1963 гг. (сразу после заполнения) выявили бурное развитие бактерий, особенно осуществляющих распад аллохтонных ОВ – сапрофитных и углеводородокисляющих. Деструкционные процессы шли настолько энергично, что на акватории водохранилища повсеместно наблюдался дефицит растворенного  $O_2$ , а качество вод было низким (Романенко, 1985).

В результате трансформации ложа водохранилища, а также процессов выщелачивания залитых угодий и деструкции аллохтонных ОВ, происшедших за 30 лет существования водоема, наступила стадия стабилизации его экосистемы (Романенко, 1985).. Однако функционирование экосистемы зависит от локального антропогенного воздействия на нее (Дзюбан и др., 1998).

Основные трофические показатели бактериопланктона Шекснинского водохранилища за 30 лет его существования практически не изменились и характеризуют водоем в целом как мезотрофный. Микробиологическими тестами установлено, что акватория водохранилища, особенно его речная часть, испытывает умеренную нагрузку аллохтонными органическими веществами различного генезиса. Численность в водоеме сапрофитных и нефтеокисляющих бактерий, уровень сапробности и углеводородного загрязнения снизились за прошедшие годы на 1-3 порядка. Водные ресурсы по формальным показателям оцениваются в основном как «чистые» или «слабо загрязненные». Обнаружены и очерчены локальные участки водохранилища, испытывающие сильное техногенное загрязнение (особенно летом), где бактериопланктон находится в угнетенном состоянии и его деструкционный потенциал, где возможность самоочищения, резко снижен.

По содержанию бактериобентоса и его общей физиологической активности, по соотношению в ДО отдельных групп бактерий водохранилище соответствует мезотрофным водоемам с умеренной степенью антропогенного воздействия (Дзюбан и др., 1998; Современное состояние..., 2002). В результате анализа структурно-функциональных характеристик бактериобентоса обнаружены ло-

кальные участки, где экосистема постоянно загрязнена. К таким участкам относятся: Приплотинный плес у пос. Шексна (устье р. Чуровки), Сизьменское расширение, р. Ковжа-Белозерская, обводной канал и прибрежные зоны у г. Белозерска и д. Нижняя Мондома. Численность аэробных сапрофитных бактерий и анаэробных бродильщиков, показатель сапробности и интенсивность метаногенеза свидетельствуют о том, что основную роль в современном антропогенном воздействии на экосистему водохранилища играют ОВ бытового или смешанного происхождения. Обнаружение в грунтах основной части донного ложа большого количества нефтеокисляющих, а на некоторых участках и сульфатредуцирующих бактерий указывает на локальные поступления в Шекснинское водохранилище различных техногенных отходов, которые в совокупности могут угнетающее воздействовать на микрофлору грунтов и, таким образом, ухудшать общее экологическое состояние водоема.

#### Литература

- Волга и ее жизнь*. Л.: Наука, 1978. 350 с.
- Дзюбан А.Н.* Влияние р. Трубеж на микробиологические процессы в озере Плещеево // Факторы и процессы эвтрофикации озера Плещеево. Ярославль: ЯрГУ, 1992, с.144–161.
- Дзюбан А.Н., Косолапов Д.Б., Кузнецова И.А.* Оценка экологического состояния водохранилищ Верхней Волги по критериям бактериобентоса // Биотехноэкологические проблемы бассейна Верхней Волги. Ярославль: ЯрГУ, 1998, с.43–48.
- Дзюбан А.Н., Крылова И.А.* Оценка состояния бактериопланктона Рыбинского водохранилища в районе г. Череповца // Биология внутренних вод, 2000, №4, с.68–79.
- Кузнецов С.И., Дубинина Г.А.* Методы изучения водных микроорганизмов. М.: Наука, 1989. 286 с.
- Романенко В.И.* Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л.: Наука, 1985. 295 с.
- Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища // Ярославль: ЯГТУ, 2002. 368 с.
- Dutten. R. Y., Bitton J., Koopman B.* Application of a direct microscopic method of the determination of active bacteria in lakes // Water Res., 1986, v.20, №11, p.1461–1464.

## ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ РЫБ ПО ОБМЕНУ ИОНАМИ В ВОДЕ РАЗЛИЧНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Запруднова Р.А.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)

Определение состояние рыб на основании обмена ионами между организмом и водой проводится по характеристикам водной среды и представляет прижизненную диагностику, не сопровождающуюся вмешательством в организм. В этом ее большая ценность. Однако на ионный обмен рыб оказывают влияние различные абиотические факторы, что необходимо учитывать при определении состояния рыб по ионным показателям. Поэтому в настоящей работе рассмотрены особенности ионного обмена у пресноводных рыб в воде различной минерализации.

Исследования проводили в воде следующего ионного состава. 1) вода из открытого водоема (водохранилища), в дальнейшем называемая природной; концентрация натрия, калия, кальция и магния в ней составляла, соответственно, 0.1-0.22, 0.01-0.06, 0.3-0.55 и 0.14-0.21 мМ/л; тождественной природной воде по ионному составу была в 5 раз разбавленная грунтовая (водопродная) вода; 2) дистиллированная вода; 3) дистиллированная с добавлением ионов кальция в концентрации 2.5 мМ/л; 4) грунтовая (отстоянная водопродная) с концентрацией ионов натрия, калия, кальция и магния, соответственно, 0.42-0.56, 0.04-0.1, 2.1-2.5 и 0.83-1 мМ/л; 5) грунтовая с добавкой натрия до уровня 13-15 мМ/л.

Состояние рыб оценивали по устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов (или стрессоустойчивости). Для этого требовалось применение стрессовых нагрузок, а также создание условий, в которых можно фиксировать изменения в обмене ионов между организмом и водой. Наиболее простое решение этих двух проблем мы нашли в помещении рыб в небольшой объем воды (соотношение массы тела и воды 1:20) с принудительной аэрацией. В работе анализировали величины (и скорость) потерь и поглощения тонов натрия и калия. Концентрацию ионов в пробах воды определяли на пламенном фотометре «Flapho-4».

Опыты проводили на леще (*Abramis brama*), плотве (*Rutilus rutilus*), щуке (*Esox lucius*) Рыбинского водохранилища и искусственно разводимом на экспериментальной базе карасе серебряном (*Carassius auratus*). С первым и последним объектом выполнено наибольшее

количество исследований. Рыб изучали до момента гибели (около 50 опытов) и в течение 1-2 суток (более 30 опытов). Сравнительные исследования проводили на рыбах примерно одного возраста и близкой массы тела.

В воде такого же ионного состава, что в природном водоеме, установлено, что главным отличием рыб устойчивых от неустойчивых к стрессу является способность первых поддерживать натриевый баланс на уровне равном или более низком, чем концентрация натрия в открытых пресных водоемах. У неустойчивых к стрессу выявляются непрерывные потери ионов в воду (рис. 1). Время диагностики в природной воде (или воде такого же ионного состава) при температуре воды 17-19 °С составляет от 3 до 10 часов. Установлена обратная зависимость между величиной ионного дисбаланса и продолжительность жизни рыб при стрессе. Общее количество потерянных ионов натрия перед гибелью у неустойчивых особей оставляет 8-11 мМ/кг, а у устойчивых равно нулю.

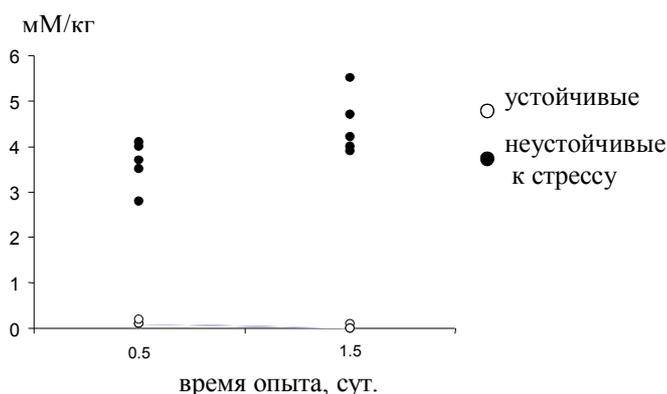


Рис. 1. Потери ионов натрия у леща при стрессе в природной воде

Определение индивидуальной устойчивости среди стрессоустойчивых рыб предлагается проводить по калиевому обмену (рис. 2). Время диагностики в описанных выше температурных условиях от 1.5 до 3 сут. В течение этого периода у высокоустойчивых рыб величина потерь ионов калия сохраняется на крайне низком, почти неизменном уровне, однако усиливается диффузия ионов у среднеустой-

чивых к стрессу рыб, при этом наиболее значительно – у наименее устойчивых среди них. Точность диагностики по показателям ионного обмена, в особенности калиевого, возрастает со временем. Общее количество потерянных ионов калия перед гибелью у всех исследуемых рыб (включая и неустойчивых к стрессу) составляло 7-9 мМ/кг. Однако это количество рыбы теряли за различный период в зависимости от стрессоустойчивости: от 2-4 сут до 1 месяц и более. У устойчивых к стрессу особей основные потери калия происходили ближе к их гибели. Дополнительным показателем высокой стрессоустойчивости служит преобладание абсорбции ионов калия над потерями. Усиление абсорбции ионов калия зависит от исходного функционального состояния (устойчивости) и от силы стрессового воздействия. В менее жестких экспериментальных условиях усиление активного транспорта ионов калия выявляется у большей части среднеустойчивых особей, но никогда – у неустойчивых. При сильных нагрузках способность к абсорбции можно обнаружить лишь у высокоустойчивых к стрессу особей через достаточно продолжительный срок адаптации (в наших опытах через 8-10 дней). Вероятно, диагностика состояния рыб по величине абсорбции ионов калия в будущем может стать приоритетной среди аналогичных методов исследования.

У рыб, помещенных изначально в дистиллированную воду, характер ионного обмена принципиально не отличался от такового в природной воде, в особенности это относится к стрессоустойчивым особям. Различия состояли в том, что у устойчивых рыб в первые часы опыта наблюдаются потери ионов натрия в воду, которые затем сменяются абсорбцией. Равновесие потери и поглощения устанавливается на 2-3 сутки. В результате время, необходимое для отделения устойчивых рыб от неустойчивых удлиняется до 24-30 часов. Общее количество потерянного натрия стрессоустойчивыми рыбами в изначально дистиллированной воде составляло 1-4 мМ/кг. Таким образом, диагностика рыб в дистиллированной воде уступает таковой в природной по простоте и продолжительности исследований.

У рыб, помещенных в дистиллированную воду с добавлением ионов кальция общее количество потерянных ионов натрия и калия примерно вдвое ниже, чем в природной и дистиллированной воде. Однако в первые полусуток опыта в растворе хлористого кальция величина диффузии ионов натрия и калия у неустойчивых к стрессу рыб практически столь же высокая, что в природной и дистиллированной воде. В конечном итоге, диагностика рыб в растворе хлорида кальция более сложная и менее чувствительная в отношении определения индивидуальной стрессоустойчивости, чем диагностика рыб в

природной воде. Важно заметить, что ионы кальция снижали величину ионных потерь лишь в дистиллированной воде. Добавление этих ионов в воду из открытого водоема, или грунтовую (цельную или в той или иной степени разбавленную) не влияло на обмен ионов натрия и калия у рыб.

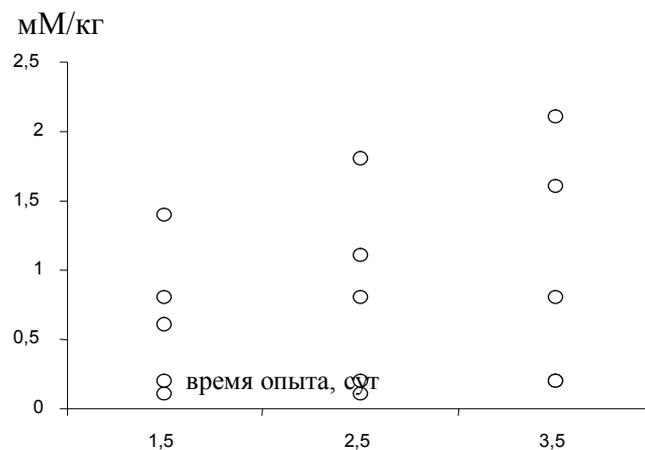


Рис. 2. Потери ионов калия у стрессоустойчивых особей леща в природной воде

В грунтовой воде, как и в природной и изначально дистиллированной, неустойчивые к стрессу рыбы непрерывно теряли ионы натрия и калия (рис. 3 I). Однако устойчивые к стрессу особи ионы натрия поглощали. При этом величина диффузии калия и абсорбции натрия связана обратной зависимостью со стрессоустойчивостью (рис. 3 II, III). Однако соотношение между этими процессами у рыб с приблизительно одинаковой величиной устойчивости может сильно различаться, что весьма затрудняет определение индивидуальной стрессоустойчивости. Кроме того, для разделения устойчивых особей от неустойчивых в грунтовой воде требуется больше времени, чем в природной. В грунтовой воде более высокой минерализации (концентрация натрия до 15 мМ/л) главное отличие в ионном обмене рыб состояло в том, что поглощения натрия у устойчивых к стрессу рыб выражено слабее, чем в чистой грунтовой.

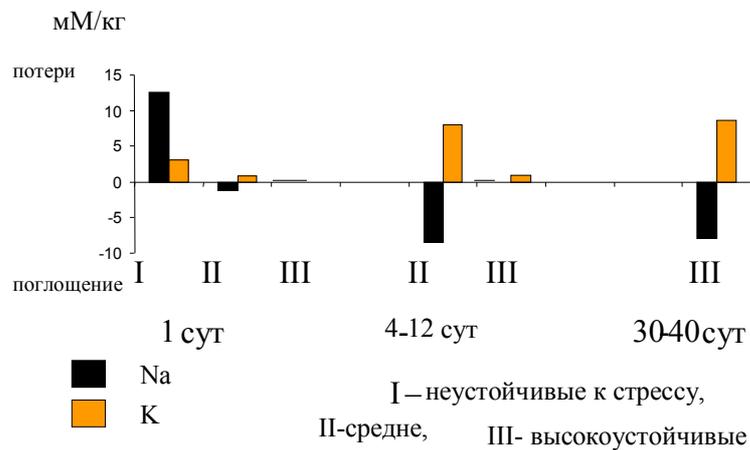


Рис. 3. Обмен ионами у карася при стрессе в водопроводной воде (перед гибелью)

Результаты проведенных исследований позволяют заключить, что при определении состояния пресноводных рыб по показателям ионного обмена предпочтительнее использовать воду того же ионного состава, что в природном водоеме (равноценной является разбавленная до соответствующего уровня грунтовая). Это проще методически (особенно в экспедиционных условиях) и результат диагностики достигается за самый короткий срок.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №06-04-48282).

## ИЗМЕНЕНИЯ В СИСТЕМЕ ВОДНО-СОЛЕВОГО РАВНОВЕСИЯ У РЫБ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ТЕЧЕНИЕ ГОДОВОГО ЦИКЛА

*Запруднова Р.А.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

В настоящей работе проведен анализ состояния системы водно-солевого равновесия у половозрелых особей леща *Abramis brama*, плотвы *Rutilus rutilus*, щуки *Esox lucius*, окуня *Perca fluviatilis* и налима *Lota lota* Рыбинского водохранилища в течение годового цикла. Исследования выполняли на трех методических уровнях: организменном (обмен ионов натрия и калия между организмом и водой), тканевом (концентрация ионов натрия, калия, кальция и магния в плазме крови, эритроцитах и мышцах), клеточном (активный транспорт ионов калия в эритроциты в опытах *in vitro*). При этом основное внимание уделено изучению периода размножения как естественного напряжения рыб и проведено сопоставление нереста с экспериментальным стрессом. Анализ годовой динамики ионных параметров с точки зрения теории стресса необходим как для выявления общих механизмов адаптации к воздействию экзогенных и эндогенных факторов, так и для оценки устойчивости животных к воздействию неблагоприятных факторов в это время.

*Изменения содержания ионов в тканях.* Многолетние исследования концентрации ионов натрия, калия, кальция в плазме крови 5 видов половозрелых рыб Рыбинского водохранилища показали, что ионные параметры в течение года относительно постоянны, однако в период размножения происходят их существенные изменения. Так за 3-4 недели до нереста и во время икрометания (апрель-май у весенне-нерестящихся рыб и конец декабря – начало февраля у налима) наблюдались гипернатриемия, гипокалиемия и гиперкальциемия. Сразу после нереста отмечены гипокальциемия и гипонатриемия. Ионный дисбаланс в плазме крови у рыб в условиях острострессорной нагрузки сильнее всего выражен после нереста в сравнении с другими периодами года. Во время нагула все исследуемые ионные параметры возвращались к среднегодовым значениям. У налима обычно отмечалась летняя гипонатриемия.

Перед нерестом обнаружены максимальная концентрация натрия и магния в эритроцитах и минимальная – кальция. Сразу после нереста зарегистрировано кратковременное, но большое по величине сни-

жение содержания натрия в красных кровяных клетках и небольшое – магния. Концентрация магния в эритроцитах у весенне-нерестящихся рыб летом меньше, чем в осенне-зимний период, а натрия выше. У налима, напротив, летние значения концентрации натрия в эритроцитах ниже осенне-зимних. Концентрация калия у весенне-нерестящихся рыб летом почти не отличалась от осенней и зимней, а у налима этот показатель летом значительно выше. Характер сезонной динамики ионов в эритроцитах может быть объяснен в связи с дыхательными функциями эритроцитов. Изменение содержания магния в красных кровяных клетках положительно коррелирует с динамикой сродства гемоглобина к кислороду, а уровень натрия в эритроцитах отрицательно – с величиной эффекта Бора, концентрация калия в эритроцитах связана обратной зависимостью с содержанием кислорода в крови и воде (Запруднова, Камшилов, 2007).

Концентрация ионов в мышцах наиболее значительно изменялась в период размножения: уровень натрия повышался, а кальция и магния – снижался. Содержание калия находилось около верхней границы среднегодовых колебаний. Закономерности отклонения ионного состава мышечной ткани во время нереста можно объяснить, если рассматривать эту ткань как ионное депо в организме. В мышцы, вероятно, перераспределяется избыточное для внутренней среды количество ионов натрия, которые интенсивно поглощаются из внешней среды в период размножения. Значительное снижение содержания калия во внутренней среде организма, по-видимому, также связано с преимущественным переходом ионов калия в мышечную ткань. Можно предположить, что за счет мышечного магния повышалась концентрация этого иона в эритроцитах в период размножения. Уменьшение концентрации кальция в мышцах и эритроцитах в наиболее напряженный период года, вероятно, в первую очередь служит целям стабилизации цитоскелета.

*Потоки ионов в эритроциты в опытах in vitro и их гормональная регуляция.* Установлено, что в зимний период года в сравнении с летним происходит снижение активного транспорта ионов калия в эритроциты in vitro. Однако наиболее существенное ослабление ионотранспортных процессов наблюдается после нереста. Полученные данные позволяют также говорить об усилении активных ионных потоков через мембрану клеток в преднерестовый период.

В зависимости от сезона года по-разному изменялась концентрация калия в плазме крови in vitro в ответ на добавленный в кровь адреналин. Выявлена десенситизация у рыб в период размножения. Перед нерестом и во время икрометания она связана с низким

содержанием ионов калия в плазме крови (т.е. все возможности по переносу ионов из внеклеточной среды в клеточную реализованы). Однако снижение адренореактивности в посленерестовый период коррелировало с концентрацией калия в плазме крови, фактически не отличающейся от среднегодового уровня, что может указывать на энергетическое истощение исследуемых процессов.

*Обмен ионов между организмом и водой.* Установлено, что на перераспределение ионов между организмом и водой влияет как сезон года, так и температура воды. Выявлена общая тенденция снижения активного транспорта натрия из воды и потерь калия из организма в воду в зимний период года в сравнении с летним, а с повышением температуры воды отмечено усиление потерь натрия и калия и повышение абсорбции натрия. Наименьшая диффузия ионов натрия в течение года отмечена у рыб перед нерестом, а наибольшие потери ионов натрия и калия – сразу после нереста. Полученные данные также указывают на усиление абсорбции ионов натрия перед нерестом и снижение – после нереста. Возможное повышение потерь калия в воду у рыб перед нерестом мы связываем со стрессовыми условиями эксперимента (ограниченные и даже маленькие объемы воды), в которых проводилось изучение обмена ионов.

Анализ представленной выше информации по сезонной динамике ионных параметров у рыб позволяет заключить, что в преднерестовый период и во время икрометания изменения концентрации ионов в плазме крови направлены в сторону повышения ионных концентрационных градиентов на мембране клеток, то есть по типу гиперкомпенсации. Отмечено также усиление активного транспорта ионов натрия из воды и калия – из внеклеточной среды в клеточную, что также соответствует изменениям по типу гиперкомпенсации. В посленерестовый период, напротив, наблюдали изменения ионного состава в плазме крови, направленные в сторону снижения ионных концентрационных градиентов на клеточной мембране (или по типу редукации), которые были выражены наиболее сильно в условиях дополнительной стрессорной нагрузки. Кроме того, после нереста регистрировали усиление потерь натрия и калия в воду и ослабление активного транспорта ионов калия в эритроциты в опытах *in vitro* (т.е. изменения по типу редукации).

Сопоставление результатов исследования сезонной динамики ионных параметров у рыб с изменениями ионных показателей, наблюдаемыми нами при экспериментальном стрессе, позволяет заключить, что ионная регуляция в преднерестовый период и во время икрометания сходна с таковой в условиях действия несильных не-

продолжительных стрессоров, а в посленерестовый – более соответствует изменениям, вызываемым длительным действием неблагоприятных факторов (Запруднова, 1999). Реакция организма на не- сильные непродолжительные стрессоры (т.е. на физиологические раздражители) и представляет собой физиологический стресс (Аршавский, 1982). При физиологическом стрессе происходит увеличение интенсивности анаболических процессов и повышение неспецифической резистентности организма. При этом избыточные анаболические процессы в мышечной ткани высших позвоночных, как было установлено с использованием микроэлектродной техники, протекают в условиях гиперполяризации клеточной мембраны. Нами по уравнению Нернста рассчитано, что мембранный потенциал мышечных клеток, эритроцитов и икринок пресноводных рыб при экспериментальном физиологическом стрессе, а также перед нерестом и во время икрометания увеличивался не менее чем на 50 мВ. Это связано, главным образом, со снижением концентрации калия во внутренней среде в 5-6 раз. Кроме того, очевидно, что гипернатриемия при экспериментальном физиологическом стрессе, перед нерестом и во время икрометания способствует усилению снабжения клеток различными веществами за счет разных типов Na-зависимых систем котранспорта.

Все сказанное позволяет заключить, что мощные анаболические процессы в период размножения осуществляются, в значительной мере, за счет использования энергии повышенных ионных концентрационных градиентов на клеточной мембране. Однако в отличие от экспериментального физиологического стресса, когда отклонения в содержании ионов во внутренней среде происходят по типу затухающего колебательного процесса и продолжаются несколько дней, изменения ионных показателей в период размножения более длительны (до 2 мес) и не сопровождаются фазами возвращения к исходным уровням. С одной стороны, гиперсинхронизация определяет высокую интенсивность анаболических процессов во время размножения, значительно превосходящую таковую при экспериментальном физиологическом стрессе, с другой стороны, указывает на напряженность в системе водно-солевого равновесия и всего организма в целом. Нарушение самого тонкого уровня биологической организации – колебательного режима – можно рассматривать как первый шаг на пути к патологии. Наличие дополнительных стрессовых факторов в окружающей среде (главным образом, в связи с неблагоприятной экологической обстановкой) может способствовать развитию патологии перед нерестом и во время икрометания.

В посленерестовый период, когда изменения в системе водно-солевого равновесия соответствуют патологическому стрессу, устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов наиболее низка. Так случаи массовой гибели рыб в Рыбинском водохранилище сразу после нереста можно объяснить значительным снижением резистентности животных в это время года к повреждающим воздействиям той же силы, к которой они были устойчивы в другие периоды. Однако, как следует из выше проведенного анализа, крайне нежелательно совмещение с нерестом (и преднерестовым периодом) дополнительной нагрузки на рыб, что также приводит к дистрессу или патологическому стрессу.

Существуют различия в ионной регуляции у пресноводных рыб в летний и зимний периоды. Так показано уменьшение абсорбции натрия из воды и ослабление активных ионотранспортных процессов на уровне клетки в опытах *in vitro* у леща зимой в сравнении с летом. Особенности сезонной динамики ионных параметров у налима связаны с тем, что период активности этого вида приходится на холодное время года. Уменьшение концентрационных градиентов натрия между наружной и внутренней средой у налима летом, вероятно, обусловлено необходимостью уменьшения энергетики организма в неблагоприятных условиях, когда налим мало питается и ведет мало активный образ жизни, а повышение содержания калия в эритроцитах в этот период, вероятно, связано с увеличенными потребностями организма в кислороде при высоких температурах воды.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 06-04-48282).

#### Литература

*Аршавский И.А.* Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития. М: Наука, 1982. 270с.

*Запруднова Р.А.* Изменения поведения и ионной регуляции у пресноводных рыб при стрессе // Успехи современной биологии, 1999, т.119, №3, с.265-270.

*Запруднова Р.А., Камшилов И.М.* Дыхательные функции пресноводных рыб в период размножения // Экологические проблемы уникальных природных и антропогенных ландшафтов. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ярославль: ЯрГУ, 2007, с.76-82.

## МЕТОДЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДОЕМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПЕРИФИТОНА

*Золотарев В.А.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

Здоровье водных экосистем лежит в основе жизнедеятельности биосферы. Системный подход и ранняя диагностика отклонений от нормы – наиболее существенные требования к мониторингу. Недостатком многоуровневых программ мониторинга является их высокая стоимость. Возможной альтернативой могут служить новые интегральные методы с использованием менее сложных модельных сообществ. Стоимость разработки и применения микробиотестов существенно ниже аналогичных методов с использованием позвоночных и многоклеточных животных (Wells et al., 1998).

Биоразнообразие водоемов зависит от разнообразия микробных сообществ (Algae, Protozoa, Bacteria) в основании трофической пирамиды. Биомасса бактерий и микроскопических простейших составляет не менее половины биомассы всего озерного планктона (Копылов с соавт., 2007). Микробные трофические связи сами по себе организованы в сложную цепь: солнечный свет → фотосинтезирующие микроводоросли → бактерии, потребляющие растворенную органику → жгутиконосцы, поедающие бактерий. То есть трофические цепи макромира – это увеличенное подобие трофических цепей микромира. Биологические сообщества по некоторым признакам сходны с фракталами – геометрическими объектами, главной чертой которых является независимость свойств от масштаба изучения (Гелашвили и др., 2007). Это одно из основных фундаментальных свойств живой материи, которое оправдывает создание уменьшенных экспериментальных экосистем – микрокосмов, все чаще применяемых в биомониторинге и экотоксикологии. Тем не менее, методики создания микрокосмов все еще достаточно сложны и дороги, и мы пошли по пути дальнейшего упрощения – разработки модельных сообществ.

Скопления детрита в планктоне, на дне водоемов, на макрофитах и других субстратах представляют благоприятную среду для гетеротрофных простейших. Сходные условия существуют также на поверхности искусственных субстратов, где создается градиент концентрации органических веществ и содержится гораздо больше бактериальной и водорослевой пищи, чем в окружающей воде. Специфические группы организмов, обрастающих искусственные субстраты, погруженные в водоем для оценки состояния биоценоза и качества

воды, мы называем модельными сообществами перифитона (МСП). Они отличаются от естественных обрастаний повышенной чувствительностью к внешним воздействиям, а также высокой информативностью и стабильностью количественных характеристик. Микроорганизмы составляют существенную часть сообществ перифитона во всех водных экосистемах и выполняют важнейшие функции в энергетических потоках (Cairns, 2002). Короткие жизненные циклы микроорганизмов позволяют проследить за ходом сукцессии модельных сообществ с минимальными затратами времени (Тихоненков и др., 2008).

Разнообразие и обилие простейших свидетельствует о бактериальной активности, поскольку и те, и другие входят в сообщество деструкторов. Сообщества перифитона занимают особое место в водных экосистемах, участвуя в разложении существенной доли поллютантов. Простейшие в перифитоне обычно выполняют разнообразные трофические функции – от первичных продуцентов до хищников. Основная функциональная роль простейших на субстратах заключается в переработке мертвой органики и сопутствующей бактериальной флоры. Бактерии служат основным источником пищи для жгутиконосцев, обитающих на естественных и искусственных субстратах. Зоофлагелляты являются одним из важнейших элементов в детритных пищевых цепях (Bennett et al., 1990), их разнообразие и обилие в перифитоне довольно велико.

Наши многолетние исследования позволили выявить ряд новых показателей трофности, токсичности и ацидификации водоемов. Основополагающий принцип учения об экологической нише – принцип конкурентного исключения – был выявлен в экспериментах с простейшими нашего соотечественника Г.Ф. Гаузе (1936). В природе мы имеем дело, как правило, с большим разнообразием видов. Искусственные субстраты в данном случае играют роль фактора, усиливающего конкуренцию в МСП, повышая тем самым чувствительность к разного рода химическим воздействиям. Показателями токсичности, кроме числа видов и общепринятых индексов разнообразия, могут служить соотношение обилия прикрепленных инфузорий и амёб, а также интегральные характеристики сообществ, определяемые при помощи методов многомерной статистики.

Нами предложен упрощенный показатель органического загрязнения – индекс перифитонных жгутиконосцев, выражаемый соотношением числа видов сессильных (прикрепленных) и мобильных (неприкрепленных) форм:

$$IPF = S_s/S_m$$

Индекс принимает наивысшие значения в олигосапробных зонах: от 3,0 до 1,0; равномерно снижается с увеличением загрязнения в мезосапробных зонах до 0,5; в полисапробных зонах убывает до 0. Результаты многолетней программы мониторинга, выполненной на

разнотипных озерах Дарвинского государственного заповедника, показали высокую степень корреляции ( $r = 0.823$ ) между IPF и показателем POB (Zolotarev, 2007).

Известны десятки индексов оценки видового разнообразия (Баканов, 1997; Протасов, Павлюк, 2004), однако до сих пор ни один из индексов не получил одобрения у большинства экологов. По-видимому, при оценке антропогенного загрязнения необходимо использовать различные подходы в оценке видового разнообразия и различные группы гидробионтов, но нельзя измерять «среднюю температуру по больнице», считая все организмы без учета их функциональной роли.

Мы учитывали пищевые стратегии простейших (Sleigh, 2000) для выделения особых функциональных групп (экоморфотипов), или экобиоморф, по Алееву (1986). Например, среди организмов, участвующих в первичной колонизации субстратов, обычно преобладают прикрепленные воротничковые жгутиконосцы. Можно сравнить их с хоаноцитами пресноводных губок, также обитающих в олиготрофных условиях и выполняющих сходные функции фильтрации больших объемов воды.

В олигосапробных водоемах доминируют прикрепленные одноклеточные формы – фильтраторы или седиментаторы (из рода *Salpingoeca* и *Vicosoecida*). Мезосапробные зоны характеризуются массовым развитием неприкрепленных жгутиконосцев, питающихся путем активной охоты (бодониды, бесцветные эвгленовые), однако максимальной плотности здесь достигают прикрепленные колонизальные представители рода *Codonosiga*. В полисапробных зонах водоемов доминируют неприкрепленные формы.

Сообщества простейших, большинство из которых – космополиты, обладают целым рядом свойств, ценных для биомониторинга водоемов. Преимущества разрабатываемых методов обсуждаются на сайте <http://biomonitoring.narod.ru>

Возможна модернизация методики отбора проб путем трансплантации сообществ. Водные растения или твердые субстраты из водоема помещают в баночки (250-500 мл) под поверхность воды, затем доставляют в лабораторию, где в эти же емкости устанавливают стеклянные пластины стандартного размера (76 x 26 мм), обычно некоррозионные предметные стекла для микроскопов. Уже на следующие сутки в лаборатории можно наблюдать сукцессию перифитона на искусственных субстратах, при этом процесс обрастания происходит быстрее, чем в природе, и наблюдаются достоверные различия в пробах, отобранных на загрязненных и чистых участках водоема.

Такая методика вполне применима для экологического образования в школах и университетах. Необходим практический подход к работе со сложными системами. Можно познать гармонию мироздания и в капле воды!

## Литература

- Алеев Ю.Г.* Экоморфология. Киев: Наукова Думка, 1986. 423 с.
- Баканов А.И.* Использование характеристик разнообразия зообентоса для мониторинга состояния пресноводных экосистем // Мониторинг биоразнообразия. М., 1997, с.278-282.
- Гелашвили Д.Б., Иудин Д.И., Розенберг Г.С., Якимов В.Н.* Степенной характер накопления видового богатства как проявление фрактальной структуры биоценоза // Журнал общей биологии, 2007, т.68, №3, с.170-179.
- Копылов А.И., Косолапов Д.Б., Романенко А.В., Крылов А.В., Корнева Л.Г., Гусев Е.С.* Микробная «петля» в планктонных сообществах озер разного трофического статуса // Журнал общей биологии, 2007, т.68, №5, с.350-360.
- Протасов А.А. Павлюк Т.Е.* Использование показателей биоразнообразия для оценок состояния водных объектов и качества воды // Гидробиологический журнал, 2004, т.40, №6, с.3-17.
- Тихоненков Д.В., Мазей Ю.А., Ембулаева Е.А.* Деградационная сукцессия сообщества гетеротрофных жгутиконосцев в микрокосмах // Журнал общей биологии, 2008, т.69, №1, с.57-64.
- Bennett S.J., Sanders R.W., Porter K.G.* Heterotrophic, autotrophic and mixotrophic nanoflagellates: Seasonal abundances and bacterivory in a eutrophic lake // Limnol., Oceanogr., 1990, v.35, p.1821-1832.
- Cairns J. Jr.* Ecotoxicology and sustainable use of the planet // Toxicology and Industrial Health, 2002, 18(4), p.161-170.
- Sleigh M.A.* Trophic strategies // The flagellates: Unity, diversity and evolution. (Eds: Leadbeater BSC; Green JC). London and New York: Taylor and Francis, 2000, p.147-165.
- Wells, P.G., Lee, K., and Blaise, C., Eds.* Microscale Testing In Aquatic Toxicology: Advances, Techniques, and Practice. CRC Press, Boca Raton, FL., 1998.
- Zolotarev V.A.* Water quality monitoring in wetland ecosystems using microbial model communities // Int. J. Water, 2007, v.3, №3, p.231-242.

## МИКРОФИТОБЕНТОС ЮЖНОЙ И СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА НЕРО

*Зубишина А.А., Бабаназарова О.В.*

*Ярославский государственный университет  
им. П.Г. Демидова (ЯрГУ)*

Озеро Неро – мелководный малопроточный водоем площадью 58 км<sup>2</sup> с открытой северной частью и заросшей макрофитами – южной. Акватория озера отличается гетерогенностью абиотических факторов. Несмотря на мелководность и высокую перемешиваемость водоема, отдельные районы озера отличаются по гидрохимическим показателям даже в период открытой воды. Это происходит благодаря морфометрическим особенностям водоема (высокой изрезанности береговой линии южной части), специфичному химическому составу вод притоков, высокой зарастаемости высшей водной растительностью (Бикбулатов, 2003; Современное состояние..., 1991). Целью работы было проанализировать распределение качественных и количественных характеристик микрофитобентоса по акватории оз.Неро.

Горизонтальное распределение микрофитобентоса оз. Неро в июле 2003 г. изучалось на 12 станциях, расположение которых в целом соответствовало сетке станций, принятой ИБВВ им. Папанина (Современное состояние..., 1991). Пробы отбирались штанговым пробоотборником, метод отбора и обработки проб микрофитобентоса описаны в предыдущих работах (Зубишина, Бабаназарова, 2003).

Количественные показатели развития сообщества в июле 2003 г. варьировали значительно: от 1 до 189,7 млн. кл/м<sup>2</sup> по численности и от 0,012 до 1,4 г/м<sup>2</sup>. По численности практически повсеместно доминировали синезеленые водоросли, а по биомассе - диатомовые. В целом эти результаты вписываются в пределы и особенности сезонной сукцессии сообщества, отмеченной нами в 1999 и 2000 гг. (Зубишина и др, 1999; Зубишина, Бабаназарова, 2003). Распределение показателей обилия микрофитобентоса по акватории озера показано на рис. 1.

Видовое богатство микрофитобентоса на разных станциях в июле 2003 г. варьировало от 4 до 36 видов и вариететов в пробе. В целом, видовое богатство микрофитобентоса в июле 2003 г. было невысоко и распределялось неравномерно по акватории озера. Наибольшее видовое богатство наблюдалось на станциях 9, 10 и 14, расположенных в юго-западной и южной части оз. Неро.

Видовое разнообразие микрофитобентоса по индексу Шеннона, варьировало от 1,1 до 2,5 бит/ед N для индекса по численности, и от 1 до 2,3 бит/ед. В для индекса по биомассе.

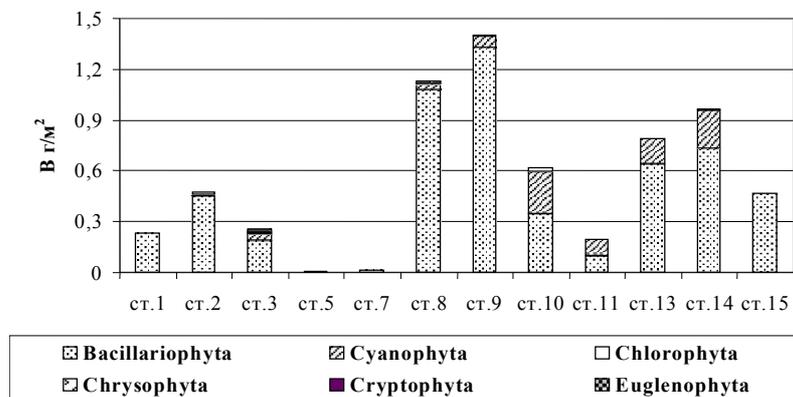


Рис. 1. Распределение биомассы микрофитобентоса по акватории оз. Неро в июле 2003 г.

Интересно проанализировать пространственное распределение микрофитобентоса на видовом уровне. На юго-западных и юго-восточных станциях было отмечено развитие видов - галофилов и мезогалобов. Они практически не развивались в северной и центральной частях оз. Неро. Особенно высокая представленность этих видов наблюдалась на ст. 9 и на ст. 14. Это обусловлено влиянием минерализованных вод второй по величине стока р. Ишни. Ее воды наиболее жесткие из всех изученных притоков и богаты хлоридами вследствие близко расположенных выходов пермских высоко минерализованных вод «усолов». На станции 10 и 11, кроме того, оказывает влияние поступление солоноватых вод р. Кучибошь, которые из-за морфометрической обособленности района задерживаются и оказывают влияние на развитие гидробионтов (Бикбулатов, 2003). Присутствие в этом районе специфичной диатомовой флоры отмечалось еще в начале века С. Л. Вислоухом (1921), а затем в исследованиях МГУ (Гунова, 1996). На ст. 14 развитие солоноватоводного комплекса водорослей, возможно, обусловлено влиянием р. Пича, чей состав вод до сих пор не изучен.

На юго-восточных станциях 13, 14, 15 были отмечены сообщества крупных диатомей похожие по доминирующему составу (*Cymatopleura solea* (Bréb.) W.Sm., *Pinnularia viridis* (Nitzsch.) Ehr., *Navicula cuspidata* Kutz. (Kutz.)). На ст. 1 сообщество микрофитобентоса характеризовалось самым низким вкладом синезеленых в численность (34%) и присутствием реофильных и аэрофильных видов (р. *Cocconeis*; *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grun. ex Rabenh.). На специ-

фичность микрофитобентоса здесь влияло течение р. Сары. На ст. 7 при очень низких количественных характеристиках сформировалось специфическое сообщество с высоким разнообразием и доминированием по биомассе видов р. *Nitzschia*. Это могло быть обусловлено, как развитием здесь обильного фитопланктона, вследствие чего развивались тене-адаптированные виды р. *Nitzschia*, так и влиянием городских стоков.

Известно, что отношение прозрачности к глубине характеризует степень светового обеспечения водорослей. В хорошо перемешиваемых водоемах значения этого отношения ниже 0,3 свидетельствуют о световом лимитировании у дна (Reynolds, 1984).

Оценить различие в условиях освещенности исследуемой акватории позволяет таблица 1.

Таблица 1

Показатели глубины и прозрачности в оз. Неро (июль 2003 г.)

Станция	Глубина (Z), м	Прозрачность(H), м	H/Z
ст.1	1,9	1,3	0,68
ст.2	1,4	0,55	0,39
ст.3	1	0,31	0,31
ст.4	1,8	0,4	0,22
ст.7	1	0,4	0,40
ст.8	1	0,37	0,37
ст.9	1,1	0,55	0,50
ст.10	1,2	0,45	0,38
ст.11	1,3	1,3	1,00
ст.13	1,45	1,45	1,00
ст.14	1,4	1,4	1,00
ст.15	1,3	0,35	0,27

При кластерном анализе (метод объединения Уорда) станций отбора по показателям глубины и прозрачности на уровне несходства 4,05 отделились 2 группы. В первую группу вошли отдаленные и заросшие макрофитами станции южной части оз. Неро и устья р.Сары (13,14,11,1), отличающиеся высокой прозрачностью воды (до дна); во вторую – все остальные станции.

Наблюдения показали гетерогенность распределения показателей обилия микрофитобентоса по акватории водоема. Наиболее продуктивными по биомассе оказались станции 8, 9, 10, 13 и 14, расположенные в юго-западной и южной части оз. Неро (рис. 1). В центральной части озера показатели обилия микрофитобентоса были меньше. Необходимо отметить, что в исследованиях 1998 г. биомас-

сы микрофитобентоса центральной части озера в августе были так же невысоки и варьировали от 0,037 до 0,72 г/м<sup>2</sup> (Зубишина и др., 1999).

Индекс Шеннона по численности и биомассе в целом по озеру варьировали значительно от 1,1 (ст. 14) до 2,5 бит/ед. N (ст. 10) и от 1 (ст. 2) до 2,3 бит/ед. В (ст. 7). Подробные флуктуации показателей индекса Шеннона в пределах акватории свидетельствуют о гетерогенности условий обитания, мозаичности распределения и влиянии других сообществ водорослей на микрофитобентос.

Средообразующим фактором, определяющим прозрачность воды в оз. Неро является фитопланктон, за счет эффекта “самозатенения”. Нижний слой водной толщи озера представляет собой постепенно концентрирующуюся массу хлопьев детрита и фитопланктона. В связи с этим возникает вопрос, в какой степени фитопланктонное сообщество влияет на формирование микрофитобентоса. Нами было показано отличие этих сообществ в оз. Неро по абсолютным показателям, сезонной сукцессии, доминирующим видам, несмотря на значительное взаимное влияние (Зубишина, Бабаназарова, 2003).

Пространственное распределение фитопланктона оз. Неро в июле 2003г. изучалось О.Е. Калининой (2004). При сопряженном рассмотрении обилия обоих сообществ в июле 2003 г. был отмечен противофазный характер развития фитопланктона и микрофитобентоса на большинстве станций (рис. 2).

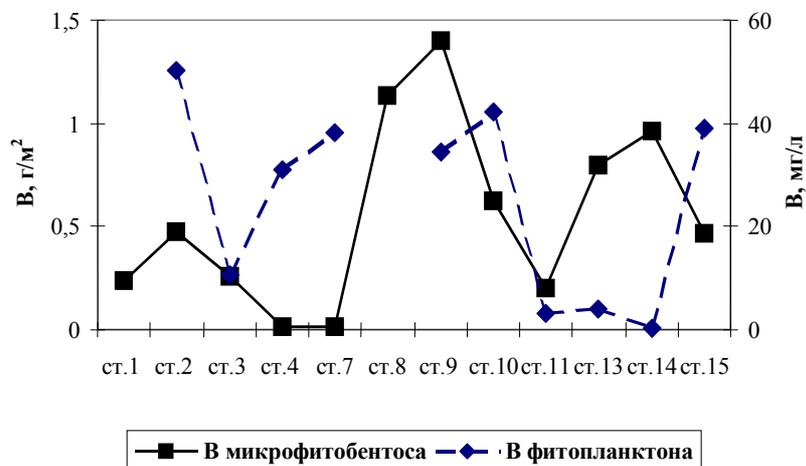


Рис. 2. Горизонтальное распределение биомасс микрофитобентоса и фитопланктона по акватории оз. Неро в июле 2003 г.

Индекс Шеннона по биомассе для микрофитобентоса показал отрицательную корреляцию Спирмена с биомассой синезеленых и диатомовых водорослей фитопланктона (- 0,7 и - 0,75 соответственно, при  $p < 0,05$ ). Это указывает на то, что высокое обилие фитопланктона негативно влияет на разнообразие микрофитобентоса по биомассе.

Подобное влияние отмечено и для группы шведских и антарктических озер, где отмечена негативная корреляция между фитопланктонной биомассой (выраженной, как световое угасание в водном столбе) и биомассой бентосных водорослей (Hansson, 1992). Такая же связь показана для двух датских озер, где в чистоводном озере увеличивается продуктивности эпипелона (до 77%), а в перемешиваемом озере планктонного типа – уменьшается (до 1,7%) (Liboriussen, Jeppesen, 2003).

Результаты анализа показали, что по абиотическим факторам (глубине станций, прозрачности, содержанию хим. элементов) выделяются самые южные и юго-восточные озерные станции. Разделение станций по абиотическим характеристикам согласуется со спецификой пространственного распределения фитопланктона в 1987-88 гг. (Ляшенко, 1991) и в 2003 г. (рис. 2). Для него была выделена “макрофитовая” зона ограниченная только самыми южными станциями. Однако площадь распространения макрофитов в озере значительно больше. Характеристики распределения микрофитобентоса лучше соотносятся с зоной зарастания высшей водной растительностью, поэтому по структуре микрофитобентоса озеро можно разделить на две части: открытую центральную и северную часть в пределах г. Ростова и макрофитовую южную. Такое распределение обусловлено взаимными отношениями всех растительных сообществ. Макрофиты могут негативно влиять на альгобентосные сообщества, уменьшая доступность света. Однако этот негативный эффект сбалансирован, уменьшением обилия фитопланктона, вследствие перехвата биогенных ресурсов, и, следовательно увеличением освещенности субстрата. Кроме того, макрофиты увеличивают стабильность субстрата и препятствуют ветровой и волновой активности (Lassen et al, 1997). Все это создает в зонах окруженных макрофитами благоприятные условия для развития микрофитобентоса.

Таким образом, наиболее обильными оказались станции расположенные в юго-западной и южной части оз. Неро. Они же отличались наибольшим богатством в видовом аспекте и спецификой доминантов. Подобная гетерогенность обусловлена, как сильной мозаичностью самого сообщества микрофитобентоса, так и значительной неоднородностью абиотических факторов. Это происходит благодаря

морфометрическим особенностям водоема (высокой изрезанности береговой линии южной части озера), специфичному химическому составу вод притоков и высокой зарастаемости высшей водной растительностью акватории озера.

#### Литература

*Бикбулатов Э.С., Бикбулатова Е.М., Литвинов А.С., Поддубный С.А.* Гидрология и гидрохимия озера Неро. Рыбинск: Изд-во ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. 192 с.

*Гунова В.С.* Экология диатомовых водорослей озера Неро и его притоков // Деп. в ВИНТИ. 1996, №3614-В96. 20 с.

*Зубишина А.А., Бабаназарова О.В., Семерной В.П.* Формирование бентосных альгоценозов на сапропеле озера Неро // Биологические ресурсы, их состояние и использование в бассейне Верхней Волги. Ярославль, 1999, с.91-103.

*Зубишина А.А., Бабаназарова О.В.* О микрофитобентосе озера Неро // Биология внутренних вод. 2003, №3, с.60-66.

*Современное состояние экосистемы оз. Неро.* Рыбинск, 1991, ч.1. 163 с.

*Hansson L.A.* Factors regulating periphytic algal biomass // *Limnology and Oceanography*, 1992, v.37, №2, p.322-328.

*Lassen C., Revsbech N.P., Pedersen O.* Macrophyte development and resuspension regulate the photosynthesis and production of benthic microalgae // *Hydrobiologia*, 1997, v.350, p.1-11.

*Liboriussen L., Jeppesen E.* Temporal dynamics in epipelagic, pelagic and epiphytic algal production in a clear and a turbid shallow lake // *Freshwater Biology*, 2003, v.48, p.418-431.

*Reynolds C.S.* The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge e.t.e.: Cambridge Univ. Press, 1984. 384 p.

## **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ЭРИТРОЦИТОВ ЛЕЩА И КАРПА**

*Камшилов И.М., Запруднова Р.А.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

У рыб как пойкилотермных животных температура является одним из определяющих абиотических факторов. В связи с интенсивной термофикацией водоемов тепловое загрязнение относится к числу самых распространенных факторов, вызывающих хронический стресс у гидробионтов. Поэтому выявление областей нормальной и оптимальной температурной жизнедеятельности рыб, степени и характера повреждающего воздействия на организм неблагоприятных температур имеет важное теоретическое и практическое значение. На протяжении более полувека для индикации состояния животных, в том числе при изучении температурных воздействий, используют такие показатели как интенсивность дыхания, скорость потребления кислорода. О влиянии температуры на глубинные, молекулярные механизмы адаптации дыхательной системы известно значительно меньше. Существующая информация по этому вопросу фрагментарна, касается исследования какого-либо одного показателя под действием не более 2-3 температур.

Весь интервал температурной жизнедеятельности животных принято делить на 2 области: толерантную и резистентную. Под зоной температурной акклимации пойкилотермных или зоной толерантности в терминологии Фрая (Fry, 1971) (зона терпимости) следует понимать такой интервал значений температур, в пределах которого срок жизни особей достаточно велик, а точнее, соизмерим со средней продолжительностью жизни животных в природных условиях. Толерантную зону температур окружает зона резистентности, которая по отношению к первой характеризуется ограниченным периодом жизни организмов, сокращающимся по мере удаления животного от границ толерантности. Мы называем эту область также суб- или предлетальной. Хотя каждое из значений температур в зоне толерантности обеспечивает организму длительное существование, однако эти температуры не равноценны. Наилучшим образом многочисленные физиолого-биохимические процессы скоординированы (сопряжены) в избираемых животными температурах. Состояние организма в этих условиях Ивлевым (1958) рассматривается как экологический оптимум.

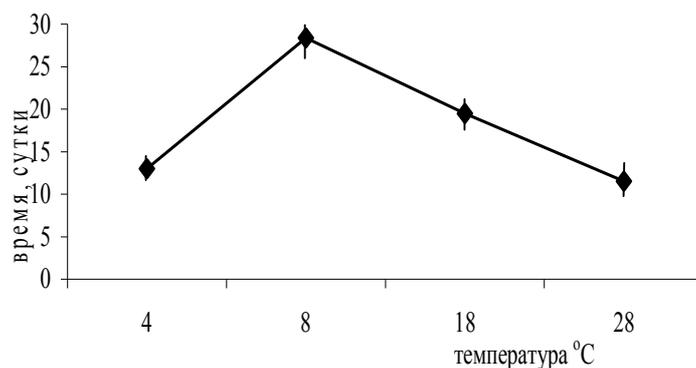


Рис. 1. Влияние температуры на время сохранения жизнеспособности гемоглобиновой системы леща летом

В настоящей работе изучали влияние температуры на дыхательные функции эритроцитов половозрелого леща (*Abramis brama*) Рыбинского водохранилища (основного промышленного вида бассейна Волги) и двухлеток карпа (*Cyprinus carpio*), искусственно имам равнялся 2-3 неделям. Температуры инкубации указаны на рисунках и в тексте. В опытах *in vitro* изучали следующие показатели: 1) время сохранения жизнеспособности гемоглобина и ионного окружения (диагностировали по началу выхода ионов калия из эритроцитов в плазму крови и сопровождающего этот процесс начала образования мет- или карбоксиформы гемоглобина); 2) интенсивность обмена натрия на протоны через мембрану эритроцитов (судили по скорости увеличения концентрации натрия в красных кровяных клетках в первый час инкубации крови) и интенсивность активного транспорта ионов калия в эритроциты (судили по скорости уменьшения концентрации калия в плазме крови); 3) величина адренореактивности (по эффективности влияния адреналина в дозе 1мкг/мл на процессы, обозначенные в п.2). Определение мет- и карбоксиформ гемоглобина проводили на приборе Lamda-35. Концентрацию ионов натрия и калия определяли на приборе Flapho-4.

Время сохранения жизнеспособности гемоглобиновой системы и ионного окружения определяли при температуре инкубации, совпадающей с температурой акклимации (опыты проводили на леще и карпе), а также в условиях, когда температура инкубации отличалась от температуры акклимации в обе стороны на 5-25°C (опыты прово-

дили только на леще). В летней серии опытов у леща (при совпадении температуры инкубации с температурой акклимации) наибольшая продолжительность сохранения целостности гемоглобиновой системы (и ионного окружения) наблюдалась при 8-10°C, снижаясь (необратимо) в более высоких и (обратно) в более низких температурах (рис. 1). У карпа время сохранения целостности гемоглобиновой системы, как и у леща, оказалось максимальным в районе 9-10°C (32±4ч). Кроме того, у карпа, как и у леща, нарушения в гемоглобиновой системе при 4° обратимы, в отличие от высоких температур. В 4, 19 и 29°C, исследуемый показатель составлял, соответственно, 12±1, 20±8, 14±2 ч.

В зимних опытах у леща наибольшая продолжительность сохранения жизнеспособности гемоглобиновой системы отмечена в 4°: 50 ч, т.е. более чем в 2 раза превосходило соответствующий максимальный показатель в летних опытах, наблюдаемый при 10°. У рыб, акклимированных зимой к 1°, исследуемый показатель составлял 32ч. Всеми опытами (где температура акклимации и инкубации не совпадали друг с другом) был охвачен диапазон от 2 до 44° с градациями в 2-10°.

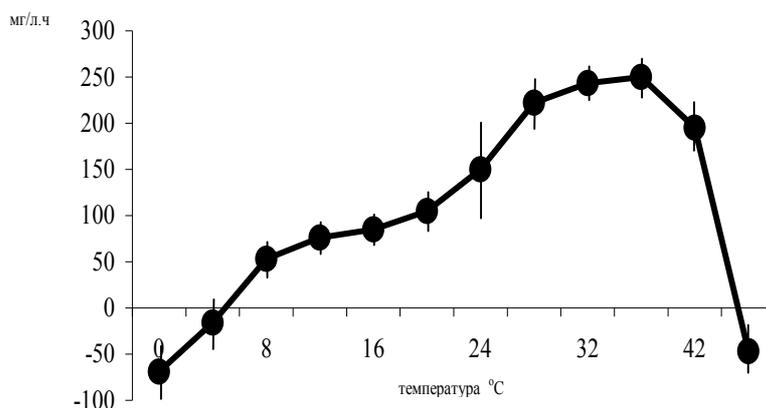


Рис. 2. Влияние температуры на интенсивность активного транспорта ионов калия в эритроциты леща

Установлена зависимость сохранения целостности гемоглобиновой системы от соотношения температуры акклимации и инкубации. Например, в крови рыб, акклимированных к 20°C, нарушения наблюдались сразу же в начале инкубации крови при 4°, а у рыб из 28° - уже при 8° инкубации. И, напротив, у рыб, акклимированных к 0.2-4°,

разрушительные процессы происходили практически сразу при температуре крови в 28°C. Однако у рыб, акклимированных к данной температуре, этот процесс начинался не ранее, чем через 10 ч. Иными словами, акклимация рыб к определенным температурам как бы программирует устойчивость эритроцитов приблизительно в пределах 20° в обе стороны от температуры акклимации. Диапазон переносимых температур для эритроцитов, изолированных из организма находился в пределах 2-42°C.

Исследование обмена ионов натрия на протоны, активного транспорта ионов калия в эритроциты и величины адренореактивности проводили в диапазоне 0,1-44°C. При этом в области температур 4-28° температура акклимации и инкубации совпадали, в более высоких температурах: 32°-44° использовали кровь лещей, акклимированных к 28°, а в 0,1-2° инкубировали кровь, взятую от лещей из 4°C. Средняя (нормальная) интенсивность обмена ионов натрия на протоны (237-284 мг/л.ч) и средняя величина активного транспорта ионов калия в эритроциты (Рис. 2), а также средняя величина адренореактивности (рис. 3) у леща обнаружена в средней области температурного диапазона (это приблизительно летом 8-20°, зимой 3-15°C). Резкое возрастание этих показателей наблюдали в области 24-28°, максимум – в 36° и резкое снижение в 40-42°, а в 44° происходило нарушение ионотранспортных процессов и отсутствовала реакция на гормон.

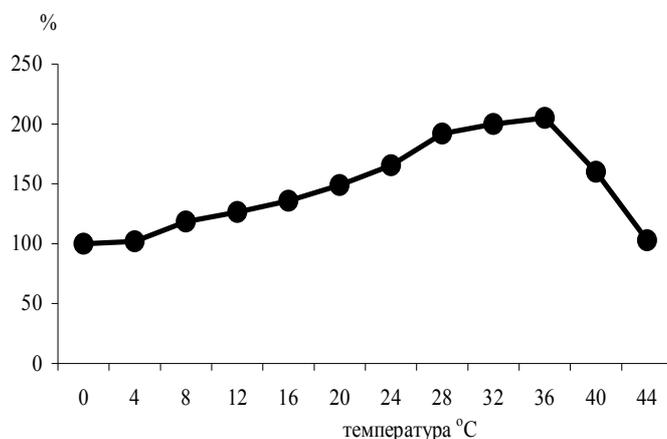


Рис. 3. Влияние адреналина на транспорт ионов калия в эритроциты у леща в диапазоне температурной толерантности, в % к контролю (без гормона)

В диапазоне 0.1-2-4°C наблюдали существенное снижение и нарушение активных ионных потоков, но не обнаружили влияния адреналина на концентрацию натрия в эритроцитах и калия в плазме крови. Однако нарушения ионотранспортных процессов и потеря гормонального контроля над ними в низких температурах обратимы, что соответствовало стоянию гипобиоза.

Таким образом, у рыб в диапазоне температурной толерантности выделяется зона, наиболее благоприятная для жизнедеятельности, она характеризуется средней (нормальной) интенсивностью обмена натрия на протоны, средней интенсивностью активного транспорта ионов калия в эритроциты и средней величиной адренореактивности: это приблизительно летом 8-20°, зимой 3-15°C. Максимальная продолжительность сохранения жизнеспособности гемоглобиновой системы (и ионного окружения) находится в этой же зоне: в районе 10° летом и 4° – зимой. Эти температуры соответствуют одному из уровней избираемых рыбами температур (Голованов, 1996) и, вероятно, являются оптимальными.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 06-04-48282).

#### Литература

*Голованов В.К.* Эколого-физиологические аспекты терморегуляционного поведения пресноводных рыб // Поведение и распределение рыб. Доклады 2-го Всероссийского совещания «Поведение рыб» Борок, 1996, с.16-40.

*Ивлев В.С.* Эколого-физиологический анализ распределения рыб в градиентных условиях среды // Труды совещания по физиологии рыб. М., 1958, с.288-296.

*Fry F.E.J.* The effect of environmental factors on the physiology of fish // Fish Physiology, (Hoar, Randall, eds). L, N-Y:Acad.Pres., 1971, v.6, p.1-98.

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ ВОЛГИ  
ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ  
В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЕ ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ**

*Кондакова Г.В. \*, Грошева О.Н. \*\*, Мануилова И.А. \*\**

*\*Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова  
(ЯрГУ),*

*\*\* МУП Ярославльводоканал*

Проблема охраны источников питьевого водоснабжения от загрязнения является одной из важнейших в Ярославской области.

В Ярославле источниками питьевого водоснабжения населения являются реки Которосль и Волга, которые подвержены сильному антропогенному воздействию в результате сбросов промышленных стоков и недостаточно очищенных сточных вод городской канализации. В черте города, практически в центральной его части, на правом берегу р. Волги расположена промышленная зона с большим количеством крупных и мелких предприятий. Мелкие и средние предприятия чаще всего не имеют своих очистных сооружений и сбрасывают неочищенную воду в ливневую канализацию, различные мелкие ручьи и овраги, что, в конечном итоге, ведет к поступлению стоков в Волгу.

В данной работе изучали влияние промышленной зоны центральной части города Ярославля на качество воды реки Волги. Исследования проводили в 2004 - 2006 гг. Пробы отбирали в двух точках: Т.1 – водозабор Северной водопроводной станции (СВС) и Т.2 – водозабор Центральной водопроводной станции (ЦВС). Обе точки находятся в акватории правого берега реки Волги. На расстоянии 5 км от Т.1 вверх по течению в Волгу впадает река Нора, которая протекает через свалку производственных отходов (ЯШЗ, ЯМЗ, Лакокраска и др.) МУП «Скоково». Недалеко от водозабора на расстоянии 600 м вверх по течению располагается Павловский парк с небольшим пляжем. Т.2 находится на расстоянии 6,5 км вниз по течению от Т.1. На этом отрезке Волга проходит через промышленную зону г. Ярославля с рядом ливневых стоков в реку: промливневая канализация предприятий «Парижская Коммуна», «Стройматериалы», ГАТП-2, ОАО «Лакокраска», «Куст шинного завода».

В данных точках проводили ежедневный контроль качества воды по следующим микробиологическим показателям: численность сапротрофных бактерий (общее микробное число – ОМЧ 37<sup>0</sup>С и ОМЧ

22<sup>0</sup>С), общих колиформных бактерий (ОКБ), термотолерантных колиформных бактерий (ТКБ), колифагов.

Отбор, хранение и транспортировку проб, а также проведение анализов и оценку качества воды осуществляли в соответствии с установленной нормативной документацией (ГОСТ, 2000; СанПиН, 2000; МУК, 2004). Статистическую обработку результатов проводили с помощью системы Statistica (5.5). Для каждой точки рассчитывали коэффициенты корреляции по Спирмену. Достоверность различий показателей устанавливали по критерию Mann – Whitney U test. Оценку значимости статистических показателей проводили при критическом уровне значимости  $p=0,05$ .

*Колиформные бактерии.* ОКБ – интегральный показатель степени фекального загрязнения, который включает ТКБ, E.coli, и поэтому обладает индикаторной надежностью в отношении возбудителей бактериальных кишечных инфекций. ТКБ служит для подтверждения фекального происхождения загрязнения.

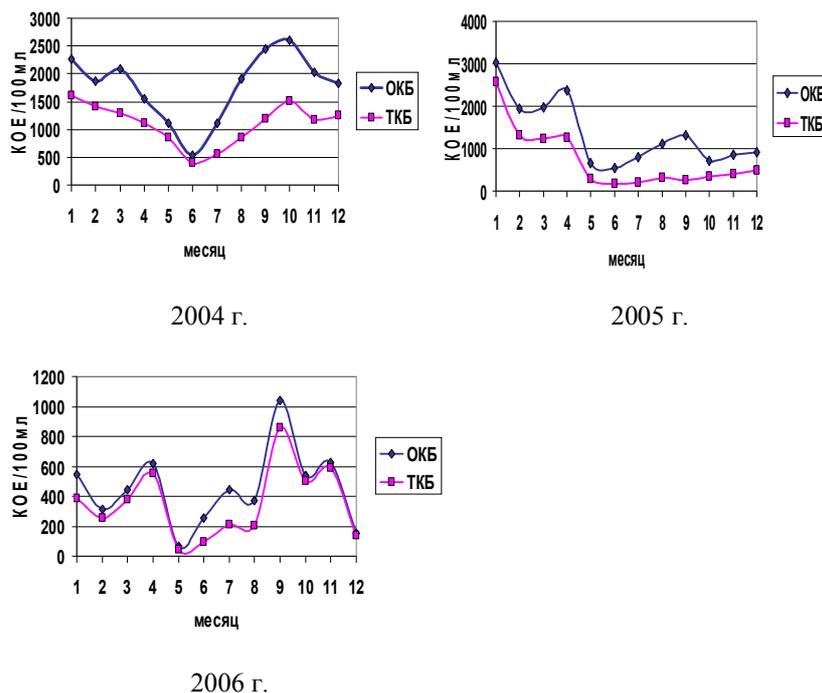


Рис. 1. Динамика показателей ОКБ и ТКБ в Т.1 за 2004-2006 гг.

Сравнительный анализ динамики ОКБ и ТКБ в обеих точках за исследованный период по сезонам показал, что наибольшее их количество приходилось на подледный и паводковый периоды (рис. 1, 2). В январе 2005 г. были отмечены самые высокие значения данных показателей: в Т.1 ОКБ – 3000 КОЕ/100мл, ТКБ – 2600 КОЕ/100мл; в Т.2 ОКБ – 3800 КОЕ/100мл, ТКБ – 2800 КОЕ/100мл. Превышение норматива по ОКБ при этом составляло 30-38 раз, по ТКБ – 26-28 раз.

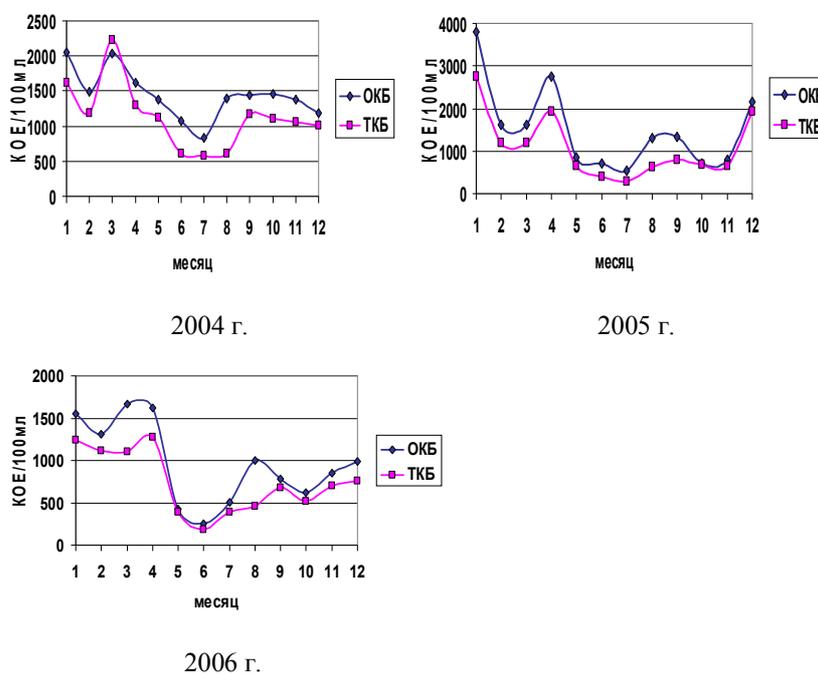


Рис. 2. Динамика показателей ОКБ и ТКБ в Т.2 за 2004-2006 гг.

Уменьшение численности ОКБ и ТКБ в летнюю межень свидетельствовало о некотором усилении процессов самоочищения реки в данный период, хотя в целом состояние водоема оставалось неудовлетворительным. Удельный вес проб, не соответствующих нормативу по показателям ОКБ и ТКБ, в 2006 году составил 85%, в 2004 и 2005 годах – 100%. При этом качество воды в Т.2 было значительно хуже: количество ОКБ и ТКБ здесь в 1.3-2.0 раза превышало значения этих

показателей в Т.1, что свидетельствует о негативном влиянии промышленной зоны.

*Колифаги.* Практически за весь исследуемый период численность колифагов в обеих точках была на достаточно высоком уровне. Она превышала нормативный показатель в июле 2004 г. и феврале 2005 г. – в 50 раз, в апреле 2006 г. – в 66 раз. Лишь во второй половине 2006 г. данный показатель соответствовал норме (10 БОЕ/100мл). Сравнение численности колифагов в Т.1 и Т.2 не выявило существенных различий, что говорит о слабых процессах самоочищения на данном участке реки.

Выявлена сезонная периодичность в развитии колифагов: высокая численность в подледный период и низкая – в период летней межени (рис. 3).

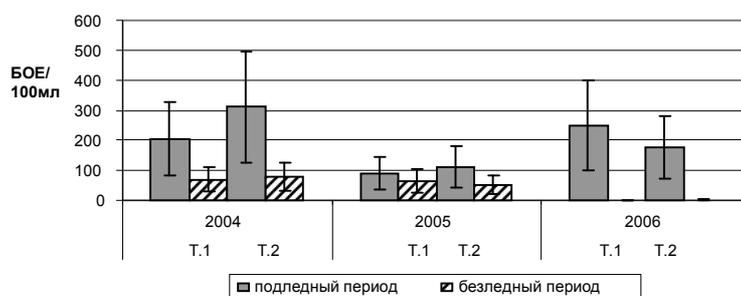


Рис. 3. Сезонная динамика численности колифагов в обследованных точках за 2004-2006 гг.

Удельный вес проб, не соответствующих нормативу по колифагам в Т.1 в 2004 г. составил -100%, в 2005 г. – 85%, в 2006 г. – 33%; в Т.2 в 2004 г. - 100%, в 2005 г. – 92% и 2006 ..... - 42%. Обнаружение колифагов в количестве, превышающем установленный норматив, указывало на неблагоприятную эпидемическую обстановку из-за высокой вероятности присутствия в воде в данные периоды возбудителей кишечных вирусных инфекций.

*Общее микробное число.* ОМЧ при  $t=37^{\circ}\text{C}$  - индикаторная группа микроорганизмов, в числе которых определяют в большей мере аллохтонную микробиоту, внесенную в водоем в результате антропогенного загрязнения, в т. ч. фекального. ОМЧ при  $t=22^{\circ}\text{C}$  – индикаторная группа микроорганизмов, в числе которых, помимо аллохтонной, определяют автохтонную микробиоту данного водоема.

Отмечены высокие значения ОМЧ 37<sup>0</sup>С в подледный и паводковый периоды и сравнительно низкие – в период летней межени. Наибольшие значения данного показателя были зарегистрированы в декабре 2005 г.: в Т.1 – 210 КОЕ/мл, в Т.2 – 1420 КОЕ/мл. Кроме того, установлена достоверная корреляционная связь между значениями ОМЧ 37<sup>0</sup>С и ТКБ ( $r=0,39$ ), что также подтверждает наличие фекального загрязнения воды. Сравнение значений ОМЧ 37<sup>0</sup>С в обеих точках свидетельствует о том, что качество воды в Т.2 значительно хуже как в подледный, так и в безледный периоды: с 2004 г. по 2006 г. этот показатель здесь был в 2-5 раз выше, чем в Т.1.

Дополнительную информацию о санитарном состоянии водоема позволяет получать соотношение ОМЧ 22<sup>0</sup>С: ОМЧ 37<sup>0</sup>С ( $K_{22/37}$ ). Значение коэффициента менее 4 указывает на загрязнение водоема хозяйственно-бытовыми сточными водами и на низкий уровень процессов самоочищения. В 2006 году такие значения отмечали в Т.1 в июле и августе, а в Т.2 – с января по март, в мае и августе. Увеличение количества месяцев, когда  $K_{22/37}$  был меньше 4, также свидетельствует об ухудшении экологической обстановки в Т.2.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить не только высокий уровень бактериального загрязнения воды р. Волги в центральной части г. Ярославля, но и значительное ухудшение качества воды после прохождения ее через расположенную здесь промышленную зону. Не отвечающее требованиям эпидемической безопасности состояние источника питьевого водоснабжения создает напряженную ситуацию в работе водозаборных станций и требует дополнительных усилий и средств для повышения качества водоподготовки.

#### Литература

*ГОСТ Р 51592-2000* Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Госстандарт России, 2000. 6 с.

*СанПиН 2.1.5.980-00* Гигиенические требования к охране поверхностных вод. М.: Минздрав России, 2000. 22 с.

*МУК 4.2.1884-04* Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. 75 с.

## ФЛОРА РЕКИ КОРОВКИ В УРБАНО- И СУБУРБАНОЗОНАХ

*Крылова Е. Г.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

Фактически все поверхностные воды в той или иной степени антропогенно трансформированы. Среди элементов гидрографической сети важнейшая ландшафто- и средообразующая роль принадлежит рекам и формируемым ими долинам, а речное русло является наиболее активной и динамичной структурно-функциональной частью долинно-речного комплекса. Высшим водным растениям отводится особое место как ведущему фактору формирования и регулирования качества воды, а также кислородного режима, и урбанизация способствует достаточно быстрой деградации этого компонента природной среды. Урбаноценозы характеризуются более низкими показателями видового разнообразия и обедненными (ослабленными) внутренними связями (Березуцкий, 1999; Григорьевская, 2000; Ольхович и др., 2004).

Целью работы была полная инвентаризация флоры реки на территории г. Рыбинска (урбаноцена) и за пределами города (субурбаноцена), а также сравнение экологического состояния флоры в сообществах, формируемых ею на различных участках указанных зон. Река Коровка – приток 1-го порядка реки Черемухи, впадающей в Волгу. Она загрязнена бытовыми и промышленными отходами пос. Тихменево, с. Покров, пос. Искра Октября и г. Рыбинска. В среднем ее течении находится частный сектор, тюрьма, в нижнем течении – военная база. Река принимает в себя тало-дождевой смыв территории города, автодорог, промплощадок, а также ливневую канализацию. Уровень воды постоянно колеблется, что вызвано работой Рыбинской ГЭС. Нижний участок реки испытывает рекреационную нагрузку – здесь находятся пляжи и места отдыха населения. Среднесезонный индекс сапробности для реки составляет  $1,9 \pm 0,11$  и свидетельствует об умеренном загрязнении ее воды. Ширина реки в субурбаноцене от 1 до 3 метров, здесь она канавного типа с илистыми и илисто-песчаными грунтами. По берегам к воде склоняются кусты ив и ольхи, почти все водное пространство лишено растительности. Степень зарастания от 5 до 20%. В урбаноцене ширина от 5 до 15 метров, грунты илистые. Степень зарастания составляет от 30 до 70%.

Водная флора реки Коровки представлена 36 видами, относящимися к 21 семейству и 28 родам. Мхов 1 вид, хвощей 1, однодольных 19, двудольных 15. Ведущими семействами являются Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Potamogetonaceae и Lemnaceae. Родовой коэффициент для урбаноценозы 79,4%, для субурбаноценозы – 80,6%.

Таблица 1

Видовой состав водной флоры исследованной реки

Виды	урубану- зона	субурубану- зона
1. <i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	+	+
2. <i>Equisetum fluviatile</i> L.	+	+
3. <i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith.	+	+
4. <i>Iris pseudacorus</i> L.	+	-
5. <i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach.	+	+
6. <i>Rumex aquaticus</i> L.	+	+
7. <i>Thalictrum lucidum</i> L.	+	+
8. <i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	+	+
9. <i>Lysimachia vulgaris</i> L.	+	+
10. <i>L. nummularia</i> L.	+	+
11. <i>Lythrum salicaria</i> L.	+	+
12. <i>Sium latifolium</i> L.	+	+
13. <i>Mentha arvensis</i> L.	+	+
14. <i>Veronica anagalis-aquatica</i> L.	+	+
15. <i>Bidens cernua</i> L.	+	+
16. <i>B. tripartite</i> L.	+	+
17. <i>Ptarmica carthilaginea</i> (Ledeb. ex Reichenb.) Ledeb.	-	+
18. <i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	+	-
19. <i>Elodea canadensis</i> Michx.	+	+
20. <i>Potamogeton pectinatus</i> L.	+	+
21. <i>P. perfoliatus</i> L.	+	+
22. <i>Carex acuta</i> L.	+	+
23. <i>C. hirta</i> L.	+	+
24. <i>C. aquatilis</i> Wahl.	+	+
25. <i>Scirpus lacustris</i> L.	-	+
26. <i>S. sylvaticus</i> L.	+	+
27. <i>Calamagrostos canescens</i> (Web.) Roth.	+	+
28. <i>Phalaroides arundinaceae</i> (L.) Rausch.	+	+
29. <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	+	+
30. <i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.	+	-
31. <i>G. fluitans</i> (L.) R. Br.	+	+
32. <i>Lemna minor</i> L.	+	+
33. <i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid	+	+
34. <i>Sparganium erectum</i> L.	+	-
35. <i>S. emersum</i> Rhem.	+	+
36. <i>Typha latifolia</i> L.	+	-

По видовому составу отличие водной флоры в урбано- и субурбанозонах незначительное. В первой 34 вида, во второй – 32. В урбанозоне отсутствуют тысячелистник и камыш озерный, в субурбанозоне – стрелолист, манник большой, рогоз и ежеголовник прямой. По-видимому, подходящие для этих видов условия обитания либо отсутствуют, либо заняты другими видами. Преобладание видов сем. Роасеae, Сурегасеae наблюдается в обеих зонах и указывает на то, что водоем на исследованных участках находятся в стадии активного зарастания. Основные ценозообразователи в урбанозоне *Sparganium erectum*, *Phalaroides arundinacea*, *Elodea canadensis*, *Lemna minor*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton perfoliatus*, в субурбанозоне – *Phalaroides arundinacea*, *Carex acuta*, *Scirpus sylvaticus*.

Ощутимые различия наблюдаются по показателям встречаемости, жизненности, обилия и активности видов.

В урбанозоне высокая встречаемость у кубышки, стрелолиста, рдестов, осоки, двукисточника, ежеголовников, ряски и многокоренника. Именно эти виды дают картину активного зарастания. В субурбанозоне встречаемость высокая лишь у прибрежно-водных видов – осоки, камыша лесного и двукисточника, образующих сплошные полосы по берегам. Низкая встречаемость у ежеголовников, ниже у рдестов и манника всплывшего, в чем определенно сказывается различие экологических условий. Ежеголовник наплывающий и манник всплывший – индикаторы водоемов с колебанием уровня воды, который особенно четко прослеживается в урбанозоне. Манник служит также индикатором умеренного антропогенного влияния и бедных органическими веществами донных отложений. Рдест гребенчатый – индикатор водоемов с высокой степенью жесткости воды, процессов влияния сточных вод, а рдест пронзеннолистный – водоемов с высоким содержанием карбонатов, илисто-песчаных грунтов, а также загрязненных тяжелыми металлами. Жизненность у всех видов выше в субурбанозоне, в урбанозоне многие растения угнетены, особенно наиболее активные и часто встречающиеся, т.к. именно эти виды встречаются на загрязненных участках. Особенно это касается кубышки, осок, ежеголовников, манников и ряски с многокоренником, что хорошо прослеживается при сравнении их жизненности в разных зонах в табл. 2. По обилию в урбанозоне выделяются ежеголовник и ряска с многокоренником; в субурбанозоне – осоки, камыш и двукисточник. Наиболее активны в урбанозоне ряска с многокоренником, затем ежеголовники, кубышка, манники, стрелолист, элодея и рдесты. Именно эти виды либо отсутствуют, либо наименее активны в субурбанозоне. Однако, разнообразие экологических условий в обеих

зонах невелико, о чем можно судить по показателю родового коэффициента. Этот коэффициент достаточно высок в указанных зонах, и обратно пропорционален разнообразию экологических условий.

Таблица 2

Встречаемость, жизненность, обилие и активность видов водной флоры в различных зонах

виды	встречаемость		жизненность		обилие		активность	
	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Nuphar lutea</i>	4	3	2	4	3	2	3	2
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	4	-	2	-	3	-	3	-
<i>Elodea canadensis</i>	3	2	3	3	3	2	3	1
<i>Potamogeton pectinatus</i>	4	2	2	3	3	2	3	1
<i>P. perfoliatus</i>	4	2	2	3	3	2	3	1
<i>Carex acuta</i>	4	4	2	4	3	4	3	4
<i>C. aquatilis</i>	3	2	3	4	2	4	2	2
<i>Scirpus sylvaticus</i>	3	4	3	4	3	4	2	4
<i>Phalaroides arundinaceae</i>	4	4	3	4	3	4	3	3
<i>Phragmites australis</i>	2	2	3	3	3	2	2	2
<i>Glyceria maxima</i>	3	-	3	-	3	-	3	-
<i>G. fluitans</i>	3	2	2	4	3	3	3	2
<i>Lemna minor</i>	4	3	2	4	4	2	4	2
<i>Spirodela polyrhiza</i>	4	3	2	4	4	2	4	2
<i>Sparganium erectum</i>	4	-	3	-	3	-	3	-
<i>S. emersum</i>	4	2	2	4	4	2	3	2

Примечание: I – урбанизация; II – субурбанизация

Если охарактеризовать виды по экологическим факторам, то большинство из них по отношению к свету полусветовые, полутеневых лишь несколько из погруженных растений; по отношению к влажности – от видов, предпочитающих влажные, не просыхающие почвы, до подводных растений; по отношению к реакции почвы – предпочитающие слабокислые и нейтральные почвы; по отношению к богатству почвы минеральным азотом – от видов предпочитающих среднее содержание азота, до индикаторов его (череда и рогоз). Преобладают гемикриптофиты, гидрофиты и криптофиты – 25 видов, терофитов 3 вида. По экобиоморфам в основном гелогидроморфы – 18 видов, геломезоморфных 8, незначительны гигромезоморфы и ксерогеломорфы. Первые из них наиболее устойчивы к постоянным колебаниям уровня воды. Зная эти характеристики, можно описать местообитания, встречающиеся на исследованных участках реки.

#### Литература

*Березуцкий М.А.* Антропогенная трансформация флоры // Ботанический журнал, 1999, т.84, №6, с.8-19.

*Григорьевская А.Я.* Флора города Воронежа. Воронеж: ВГУ, 2000. 200 с.

*Катанская В.М.* Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л.: Наука, 1981. 187 с.

*Корчагин А.А.* Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения // Полевая геоботаника. М.-Л.: Наука, 1964, т.3, с.39-62.

*Ольхович О.П. и др.* Исследования водных фитоценозов урбанизированных территорий речки Нивка для сохранения их биоразнообразия // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, биология, охрана. Тезисы докладов Всероссийской конференции. Борок, 2004, с.65-66.

*Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

*Экологическое состояние малых рек Верхнего Поволжья.* М.: Наука, 2003. 389 с.

## СКОРОСТЬ ЗАКАПЫВАНИЯ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В УСЛОВИЯХ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

*Кузьмин Е.В.*

*Институт биологии внутренних вод РАН им. И.Д.Папанина  
(ИБВВ РАН)*

Дождевые черви довольно широко используются в качестве биоиндикаторов нефтяного загрязнения. При этом, обычно используются такие критерии, как численность червей в почвенных биоценозах, выживаемость, степень повреждения внешних покровов, интенсивность метаболизма (Кибардин, Жеребцов, 1990; Соромотин, 1995; Самедов, 2001; Винник, Долгих, 2004). Для оценки влияния нефти на дождевого червя, предлагается использовать еще один показатель – время, в течение которого червь, помещенный на поверхность почвы, полностью в неё закапывается. Этот критерий может характеризовать физическое состояние организма, а также стремление и способность червей осуществлять свою естественную физиологическую реакцию – закапывание в грунт.

*Материал и методы.* Взрослые экземпляры дождевых червей (*Lumbricus* sp.), весом 300-400 мг отбирались из слоя листового опада в местах, для которых заведомо исключалась возможность нефтяного загрязнения. В лаборатории, черви адаптировались в течение недели, после чего использовались в эксперименте. При проведении опытов, субстратом служил структурный мелкокомковатый чернозем. Изучалась реакция червей на 0,25, 0,5, 1,0, 2,5, 5, 10%-ное нефтяное загрязнение, и их поведение в отсутствие загрязнителя. Содержания поллютанта рассчитывалось на сухую массу субстрата. Нефть Туймазинского месторождения (г.Октябрьский), в соответствующей пропорции добавлялась в почву, после чего последняя тщательно перемешивалась. В качестве контроля служила та же самая почва, но без добавления сырой нефти.

Для измерения скорости закапывания, на поверхность субстрата в экспериментальных емкостях помещали по 10 экземпляров червей. В каждом из вариантов опыта использовались одни и те же особи. В случае слабого нефтяного загрязнения и в контроле, большинство червей сразу же начинало более или менее интенсивно закапываться. Время, в течение которого червь полностью скроется из виду, определялось по секундомеру. В некоторых случаях, отдельные экземпляры активно ползали по поверхности, но не изъявляли желания закапываться. Если

червь оставался на поверхности более 15 минут, не предпринимая попытки зарыться в грунт, то фиксировался «отказ», и эти особи не учитывались. Такое поведение, как правило, было предвестником гибели червя в ближайшие сутки. Во время регулярных съемок, почва перебиралась, из нее извлекались черви, которые затем вновь помещались на поверхность субстрата. В случае гибели животных, опыт продолжали с оставшимися в живых особями. Влажность в контейнерах с землей поддерживалась на уровне 20%, температура – 20<sup>0</sup> С. Внесение нефти не вызывало сдвига рН грунта по сравнению с контролем. Экспозицию выражали в сутках от начала опыта. В течение всего эксперимента черви имели возможность питаться измельченным листовым опадом. Полученные данные подвергались статистической обработке. В тексте и таблице приведены средние значения времени закапывания в секундах и доверительные интервалы для 5%-ного уровня значимости.

*Результаты.* При 10%-ном загрязнении все черви активно двигались по поверхности почвы, но не закапывались. Через сутки, все 10 экземпляров лежали на поверхности, шесть из них погибли. Оставшиеся едва шевелились, ни о каком закапывании не могло быть и речи. Через двое суток погибли и эти четыре экземпляра.

При помещении на поверхность почвы с 5%-ным загрязнением, черви вели себя достаточно активно: закапывались и тут же выползали обратно, потом снова закапывались и снова вылезали. Через сутки, при осмотре было обнаружено, что три экземпляра лежали на поверхности, еще у четырех концы торчали из почвы. После извлечения всех червей из земли было установлено, что пять особей погибли, две подавали едва заметные признаки жизни, и лишь три экземпляра активно двигались. Однако, при помещении последних на поверхность почвы, в течение 15 минут смог закопаться только один. Через двое суток, трое оставшиеся в живых червя также погибли.

Поведение червей в контейнере с 2.5%-ным загрязнением было аналогичным. Сначала они также довольно дружно закапывались, но затем выползали на поверхность и снова закапывались. Закопавшись, передвигались под землей близко от поверхности. Через сутки, при осмотре было обнаружено, что одна погибшая особь лежала на поверхности почвы, а у трех концы торчали из грунта и едва заметно шевелились. Еще пять погибших экземпляров находились в толще земли. Лишь одна особь была достаточно активной. Помещенные на поверхность почвы четыре живых экземпляра так и не смогли закопаться и погибли в ходе вторых суток эксперимента.

В контейнере с 1%-ным нефтяным загрязнением первый экземпляр погиб через сутки после начала опыта, еще один – через трое су-

ток. После шести суток экспозиции, погибла еще одна особь. Далее, до конца эксперимента, отхода среди подопытных червей не наблюдалось.

При 0.5%-ном нефтяном загрязнении первый червь погиб через двое суток, и еще один – через трое суток после начала опыта. Оставшиеся восемь экземпляров благополучно дожили до конца эксперимента.

Поведение животных при 0.25%-ном загрязнении и в контроле практически не различалось. В этих контейнерах гибели подопытных животных не наблюдалось в течение двух недель наблюдения.

Таким образом, можно констатировать, что при 10%, 5% и 2.5%-ном загрязнении почвы нефтью подопытные животные ведут себя неадекватно и довольно быстро погибают. При 1%-ном загрязнении через две недели в живых осталось 70% животных, при 0.5%-ном – 80%. При 0.25%-ном загрязнении и в контроле гибели экспериментальных животных не наблюдалось.

В конце опыта (через две недели), в контейнерах с 0.25 и 0.5%-ным загрязнением почва абсолютно не имела запаха нефти, а в варианте с 1%-ным загрязнением характерный специфический запах был едва уловим. В течение всего опыта, во всех контейнерах pH не претерпевал существенных изменений и оставался в пределах 7.90-8.05.

Из представленных данных по выживаемости червей в различных экспериментальных условиях (табл.) следует, что оценить скорость закапывания можно лишь в том случае, когда концентрация загрязнителя не превышает предельно переносимую дождевыми червями. В наших условиях это 1%-ное загрязнение.

Время закапывания дождевого червя в почву с различной интенсивностью загрязнения ( $X \pm mt$ ; секунды)

		Сутки								
	0	1	2	3	6	7	8	10	13	
Контроль	245 $\pm 160$	118 $\pm 34$	149 $\pm 43$	132 $\pm 60$	124 $\pm 62$	96 $\pm 40$	102 $\pm 51$	129 $\pm 60$	118 $\pm 36$	
0.25%	365 $\pm 120$	162 $\pm 76$	167 $\pm 62$	91 $\pm 22$	129 $\pm 55$	102 $\pm 22$	84 $\pm 31$	156 $\pm 46$	107 $\pm 36$	
0.50%	387 $\pm 172$	317 $\pm 77$	303 $\pm 166$	179 $\pm 99$	126 $\pm 38$	149 $\pm 41$	148 $\pm 49$	83 $\pm 29$	136 $\pm 31$	
1.00%	318 $\pm 139$	250 $\pm 48$	199 $\pm 92$	307 $\pm 214$	78 $\pm 31$	110 $\pm 34$	92 $\pm 43$	132 $\pm 39$	134 $\pm 59$	

*Обсуждение.* Во всех четырех вариантах опыта (даже в контроле), при первом помещении червей на поверхность почвы, наблюдается значительная индивидуальная изменчивость скорости закапывания. Большой разброс, возможно, объясняется ознакомительной реакцией на новые условия. Уже через сутки после начала опыта, в контроле, и в почве с загрязнением 0.25%, время закапывания червей стабилизируется, уменьшается, и остается примерно на одном уровне до конца эксперимента (в течение двух недель). При загрязнении 0.5 и 1%, повышенное время закапывания и повышенный индивидуальный разброс этого показателя сохраняются двое-трое суток, затем средние значения и доверительные интервалы становятся примерно такими же, как в контроле. Это можно объяснить либо адаптацией червей к нефтяному загрязнению, либо испарением летучих фракций нефти и процессами самоочищения почвы в результате деятельности микроорганизмов.

В литературных источниках существуют разночтения относительно того, какие концентрации нефтяного загрязнения способны переносить дождевые черви. По одним данным, в зависимости от видовой принадлежности, при 0.5%-ном нефтяном загрязнении выживает от 20 до 40% особей, а уже 1%-ное загрязнение ведет к 100%-ной гибели червей, подвергнутых воздействию нефти. Подвижность дождевых червей резко снижается в первые 2-3 дня воздействия, и именно в это время отмечается их массовая гибель (Винник, Долгих, 2004). По данным других авторов, при концентрации нефти 0.5% в течение двух недель гибели червей не происходит, при загрязнении 1-2% через две недели в почве остается 20% червей, а при загрязнении 6% все черви погибают на второй день инкубации (Иларионов и др., 2005). Имеются также сведения (Самедов, 2001), что в контроле и при 2%-ном загрязнении, гибели дождевых червей не наблюдается, при этом они активно питаются, перерабатывая примерно 60% растительного опада. При концентрации нефти в почве 4-6% выживает 60 – 80% червей, при концентрации 8-10% - 40-50% подопытных животных, и лишь при концентрации нефти более 20% происходит гибель всех без исключения дождевых червей. Возможно, что столь значительные расхождения в оценке выживаемости дождевых червей в условиях нефтяного загрязнения обусловлены различной токсичностью используемой в экспериментах нефти.

По нашим данным, наибольшая пищевая активность наблюдалась у червей в контроле, а основной отход - в первые трое суток воздействия нефти. В наших условиях, пороговой переносимой концентрацией нефти в почве можно считать 0.25%-ное загрязнение, при котором не наблюдается ни гибели подопытных животных, ни изменения характера их поведения. К аналогичному выводу пришли В.В. Винник и О.Г. Долгих (2004), изучая состояние покровных тканей дождевых червей в

условиях различного уровня загрязнения. Они показали, что при концентрации нефти в почве 0.2% не наблюдалось никаких деструктивных изменений внешних покровов дождевых червей. Повреждение покровов у некоторых особей начинало проявляться с 0.3-0.4%-ного загрязнения, а при увеличении концентрации нефти в почве до 0.5-0.6%, до половины особей имели участки некроза покровных тканей.

Выводы. 1. Предлагается новый показатель для оценки влияния загрязнения на почвенных обитателей – скорость закапывания в грунт.

2. Для дождевых червей, загрязнение почвы нефтью в концентрации 0.25% является предельно переносимой, при которой не наблюдается ни гибели животных, ни изменения их поведенческих реакций.

3. При концентрации нефти в почве 0.5 и 1%, наблюдаются изменения физиологического состояния червей (их способности закапываться в почву), при этом часть особей погибает. У оставшихся в живых, через двое-трое суток, скорость закапывания в почву стабилизируются и выходит на контрольный уровень.

4. Загрязнение в концентрации 2.5% и более, ведет к быстрой и неизбежной гибели всех подопытных животных.

#### Литература

*Винник В.В., Долгих О.Г.* Влияние углеводородного загрязнения почв на дождевых червей // Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону. Материалы VIII региональной конференции. Т.1: Естественные и точные науки. Технические и прикладные науки. Ставрополь: СевКавГТУ, 2004. 212 с.

*Иларионов С.А., Иларионова С.Ю., Назаров А.В., Калачникова И.Г.* Восстановление почвенного биоценоза, подвергнутого нефтяному загрязнению // Letter in International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology, 2005, №1, p.56-58.

*Кибардин В. М., Жеребцов А. К.* Влияние нефтяного загрязнения на дождевых червей // Матер. 6 научной конференции молодых ученых Казан. ин-та биол. Казан. фил. АН СССР. Казань, 1990, с.230-232. Деп. в ВИНТИ 20.02.90, N 1014-B90.

*Самедов П.А.* Биоиндикация нефтезагрязненных серо-бурых почв Апшерона // XI Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга. Материалы Международного симпозиума по биоиндикаторам. Сыктывкар, 2001.

*Соромотин А.В.* Влияние нефтяного загрязнения на почвенных беспозвоночных (мезофауны) в таежных лесах Среднего Приобья // Сибирский экологический журнал, 1995, №6, с.549-552.

## ХИЩНЫЕ РАСТЕНИЯ И ИХ ЖЕРТВЫ В ВОДОЕМАХ ЯРОСЛАВЛЯ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Курбатова С.А., Ершов И.Ю.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)

Во флоре Ярославской области растений-хищников, обитающих в воде, немного. Они относятся к одному роду *Utricularia* – пузырчатка. Наиболее распространена *U. vulgaris* L., реже *U. minor* L. и *U. intermedia* Наупе. Пузырчатка растет в водоемах со стоячей и медленно текущей водой: по берегам водохранилищ и озер, в старицах, прудах, канавах, болотах, торфяных карьерах. Ряд исследователей считают, что в своем хищном питании *Utricularia* использует зоопланктон (Harms, Johansson, 2000). Другие пишут, что жертвами пузырчатки становятся только фитофильные и бентосные организмы (Harms, 2002; Mette et al., 2000). Между тем, работ, направленных на изучение видового состава жертв пузырчаток, крайне мало (Mette et al., 2000). С целью выявления рациона хищного питания *Utricularia* было исследовано содержимое ловчих пузырьков *U. vulgaris* из пруда Петропавловского парка (около школы № 32) и из старицы р. Которосль (13 км от города), а так же *U. minor* из «теплой канавы» – канале, идущем от Ляпинской ТЭЦ, в Заволжском районе и сравнение его с составом зоопланктона в воде. Сбор материала в пруду и в канаве проводили 1 июля 2006 г., в старице 3 июня 2007 г. Сообщества гидробионтов, включающих *Utricularia*, и физико-химические параметры среды различались следующим образом.

В пруду пробы отбирали из фитоценоза, образованного *Nuphar lutea* (L.) Smith и *Utricularia vulgaris* L. Глубина составляла 0.5 м. Температура воды была 22°C. Цветность 30°. Значение pH 7.5. Содержание кислорода 6.2 мг/л. Концентрация  $\text{Na}^+$  – 14.4,  $\text{K}^+$  – 2.1,  $\text{Ca}^{2+}$  – 45,  $\text{Mg}^{2+}$  – 21.9 мг/л. Общая минерализация, рассчитанная по общей электропроводности, составила 226.2 мг/л.\*

В старице р. Которосль *U. vulgaris* росла в сообществе с *Lemna trisulca* L., *L. minor* L., *Potamogeton natans* L., *Nymphaea candida* J.Presl, *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Rorippa amphibia* (L.) Bess., *Comarum palustre* L., *Typha latifolia* L., *Iris pseudacorus* L., *Scirpus*

---

\* Определение кислорода проводила ведущий научный сотрудник ИБВВ РАН Н.А. Лаптева. Содержание основных катионов и общую электропроводность определяла научный сотрудник Е.Н. Медянцева

*radicans* L. и водным мхом. Пробы отбирали с глубины 0.5 м. Температура воды была 19°C, цветность 50°, pH 6.3.

На участке канавы, где обнаружили *Utricularia minor* L., росли также *Myriophyllum spicatum* L., *Lemna minor* L., *L. trisulca* L., *Hydrosharis morsus-ranae* L., мох и нитчатка. Глубина составляла 0.5 м. Вода была прогрета до 17°C, ее цветность была 60°, pH 5.0. Содержание кислорода 14.7 мг/л. Концентрация одновалентных катионов была экстремально высокой Na<sup>+</sup> – 170, K<sup>+</sup> – 10.9 мг/л. Концентрация Ca<sup>2+</sup> – 68, Mg<sup>2+</sup> – 11.2 мг/л. Общая минерализация составила 584.2 мг/л. Со дна взмучивался черный ил. Берега были сильно загрязнены бытовыми отходами и мусором из гаражей.

В ловчих пузырьках *Utricularia* из пруда было определено 28 разновидностей организмов, в старице – 27, в канаве – 13. Большинство веточек пузырчатки из канавы не имели пузырьков. Из исследованных 22-х ловушек в шести не было организмов или их различных остатков, а были только комочки детрита. Средняя плотность жертв на один пузырек составляла в пруду – 6 организмов, в старице – 9, в канаве – около 2-х.

Состав и количество жертв зависели от развития зоопланктона и фитофильной фауны в среде. *Utricularia* отлавливала и организмы, связанные по своему образу жизни с водными растениями, и рачков, способных успешно развиваться как в литорали, так и в пелагиали водоемов. Причем для *U. vulgaris* жертвы, относящиеся к последней категории, занимали в ранжированном по количеству списке первые строки.

Наиболее многочисленными жертвами были хищные Copepoda. Доля *Eurytemora velox* (Lilljeborg), *Mesocyclops leuckarti*, *Megacyclops gigas* (Claus) в пузырьках *U. vulgaris* была выше, чем во внешней среде. Значительное количество пойманных Copepoda, по-видимому, объясняется их активным пищевым поведением. Стремление захватить простейших или коловраток, которые ползают по поверхности растений, увеличивает вероятность контакта рачков с чувствительными антеннами и щетинками у входа в пузырек. Ловушка срабатывает, и рачки засасываются внутрь. Отмечают (Harms, Johansson, 2000), что некоторые виды Copepoda в отличие от хищных Cladocera (*Polyphemus pediculus* (L.)) большую часть времени (*Eucyclops serrulatus* Fischer – 38%) проводят отдыхая на растениях. Этот аспект поведения также ведет к увеличению доли таких рачков в общем списке жертв *Utricularia*.

Доля в пузырьках ветвистоусых ракообразных была значительной при большой плотности этих видов в воде. Наиболее массовыми жертвами были Cladocera, использующие *Utricularia* как субстрат (*Chydorus sphaericus* (O.F. Müller), *Sida crystallina* O.F. Müller, *Simo-*

*cephalus vetulus* (O.F. Müller)). Например, при численности *Chydorus sphaericus* в воде старицы 32 экз./л его доля в пузырьках (55%) была пропорциональна его доле в общем количестве ракообразных в воде (53%).

Для видов, относящихся к мирному зоопланктону, решающее значение имеют их горизонтальные миграции в водоеме. В проведенных исследованиях некоторые планктонные ракообразные (*Ceriodaphnia quadrangularis* (O.F. Müller), *Diaphanosoma brachyurum* (Lievín)) сосредотачивались среди водных растений, а не в открытой литорали. Доля таких Cladocera среди жертв *Utricularia* была значительной.

Чаше в ловушки попадают относительно большие животные. Мелкие организмы – коловратки, науплиусы Copepoda, раковинные амёбы, по-видимому, засасываются случайно. Аналогичным образом в пузырьки попадают водоросли и комочки детрита. Чем выше плотность этих организмов во внешней среде, тем их больше в ловушках. В 100 пузырьках *U. vulgaris* из пруда было обнаружено всего 5 коловраток, что составляло менее 1% всех жертв, при их общей численности среди растений 116 экз./л. Доля коловраток в ловушках *U. vulgaris* из старицы была несколько выше – около 4%, при гораздо большей их плотности в окружающей воде – 720 экз./л. Возможно, коловратки, не имеющие панциря, быстро перевариваются внутри пузырьков и поэтому не обнаруживаются там. Но исследования распределения планктона в различных сообществах водных растений (Kuczyńska-Kippen, Nagengast, 2006) показывают максимальную численность коловраток среди *Utricularia*, что подтверждает отсутствие отрицательного влияния пузырчатки на коловраток. Более того, *Utricularia* может косвенно стимулировать развитие Rotatoria через снижение численности хищных Copepoda и устранение пищевой конкуренции со стороны Cladocera.

Состав жертв *Utricularia* в водоеме может изменяться в зависимости от того, в каком фитоценозе она находится. Особенно это имеет значение в относительно крупных водоемах, где есть большие пространства открытой воды, а у берегов развиваются различные сообщества водных растений. Не имея корней, пузырчатка под влиянием погодных, гидрологических и гидродинамических факторов перемещается в водоеме. Ее местоположение может изменяться, по крайней мере, от сезона к сезону, что подтверждают наши наблюдения в пруду Петропавловского парка г. Ярославля. Год от года пузырчатка обнаруживалась нами в разных частях пруда и в составе различных фитоценозов. Четкой приуроченности отдельных видов

ракообразных и коловраток к определенным растениям не выявлено. Тем не менее, существует зависимость обилия и видового разнообразия зоопланктона в литоральной зоне от пространственной организации гидрофитов (Kuczyńska-Kippen, Nagengast, 2006). В нимфейных часто описывают более богатое пелагическими видами сообщество зоопланктона (Kuczyńska-Kippen, Nagengast, 2006). Подобное мы наблюдали в пруду, где пузырчатка росла вместе с кубышкой и доля планктонных рачков среди жертв *Utricularia* была высокой.

Известно, что рачок *Sida crystallina* наиболее обилен в местах произрастания гидрофитов со значительной листовой поверхностью. К обратной стороне листьев кубышки может крепиться большое количество сид – в среднем 25–100 особей на один лист (Коровчинский, 2004). Проведенные исследования подтверждают, что вероятность попадания *Sida* в ловушки *Utricularia* в таких фитоценозах велика.

В наших исследованиях количество и разнообразие жертв *U. minor* из канавы было гораздо меньше, чем у *U. vulgaris* из пруда и из старицы реки. Среднее количество жертв в пузырьках, где были хоть какие-то остатки, едва достигало 2-х организмов. Но сравнение собственных и литературных данных убеждает, что состав и количество жертв *Utricularia* не зависит от вида растения, а определяется условиями произрастания и сформированными в конкретном биотопе сообществами мелких гидробионтов. Так, существует описание содержимого *U. minor* из другого местообитания (Дарвин, 1948). Там в среднем на один пузырек приходилось 15 ракообразных. Внешний вид *U. minor* из канавы свидетельствовал о том, что либо в данных условиях пузырчатка чувствовала себя неблагополучно, что вполне возможно при такой антропогенной нарушенности биотопа, либо это растение отказывалось от хищничества в связи с возможно большим содержанием легкодоступных биогенов в воде. Пузырьков на листьях *Utricularia* было очень мало и у тех ловушек, что еще сохранялись, в большинстве случаев антенны были поломаны. То есть такие ловушки уже не могли функционировать эффективно. В любом случае содержимое ловчих пузырьков *U. minor* из канавы было адекватно составу биоты в воде.

Если учесть, что просмотренные пузырьки *U. vulgaris* были взяты с отрезков растений 10–15 см и то обстоятельство, что у пузырчатки быстрый апикальный рост и за день каждый побег может удлиниться на 1–3 листа (Adames, 1997), то можно предположить довольно существенное влияние пузырчатки на количество и состав мелких гидробионтов в благоприятных для нее условиях обитания.

## Литература

Дарвин Ч. Насекомоядные растения // Сочинения. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948, т.7, с.264-586.

Коровчинский Н.М. Ветвистоусые ракообразные отряда Stenopoda мировой фауны (морфология, систематика, экология, зоогеография). М., 2004. 410 с.

Harms S. The effect of bladderwort (*Utricularia*) predation on microcrustacean prey // Freshwater Biol., 2002, v.47, №9, p.1608-1617.

Adamec L. Mineral nutrition of carnivorous plants: a review // Bot. Rev., 1997, v.63, p.213-299.

Harms S., Johansson F. The influence of prey behaviour on prey selection of the carnivorous plant *Utricularia vulgaris* // Hydrobiologia, 2000, v.427, p.113-120.

Kuczyńska-Kippen N.M., Nagengast B. The influence of the spatial structure of hydromacrophytes and differentiating habitat on the structure of rotifer and cladoceran communities // Hydrobiologia, 2006, v.559, p.203-212.

Mette N., Wilbert N., Barthlott W. Food composition of aquatic bladderworts (*Utricularia*, Lentibulariaceae) in various habitats // Beitr. Biol. Pflanzen, 2000, v.72, p.1-13.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГАСТЕРОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

*Лазарева О.Л.*

*Ярославский государственный педагогический университет  
им. К.Д. Ушинского (ЯГПУ)*

К гастероидным базидиомицетам (гастеромицетам), в традиционном понимании, относятся грибы, характеризующиеся ангиокарпными, т.е. замкнутыми до полного созревания спор, плодовыми телами, и пассивным освобождением спор (Ребриев, 2005). По системе, приведенной в 8-ом издании Словаря грибов Айнсворта и Бисби, гастеромицеты в широком смысле слова относятся к отделу Базидиальных грибов, классу Базидиомицетов, подклассу Гомобазидиомицетов и распределены между 11 порядками и 25 семействами (Hawksworth et al., 1995).

До настоящих исследований биота гастероидных базидиомицетов г. Ярославля и его окрестностей была практически неизученной. Единственной публикацией, в которой, сообщалось о нахождении в центре города *Mutinus ravenelii*, была работа М.А. Клепикова (1999). По результатам многолетних исследований нами подготовлен к публикации список гастеромицетов Ярославской области, включивший 22 вида (Лазарева, 2008). Семнадцать видов из него встречаются на территории г. Ярославля и в его окрестностях. По мнению М.В. Вишневого (1998) гастеромицеты «...находятся в гораздо более худшем положении в связи с их высокой чувствительностью к загрязнению воздуха и почвы, чем агарикоидные базидиомицеты». Это согласуется с тем, что «биоабсорбция микроэлементов гастероидными базидиомицетами существенно выше, чем у агарикальных грибов» (Сашенкова и др., 2002).

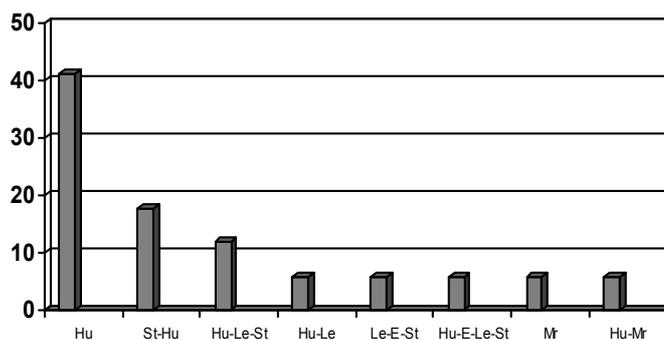
Целью нашей работы было выявление экологических особенностей гастеромицетов, обитающих в антропогенных условиях.

Приуроченность к тому или иному типу субстрата у большинства гастеромицетов носит факультативный характер. Виды нередко могут использовать разные типы питания одновременно, или при определенных условиях менять их с течением времени (Ребриев, 2002). Накопление новых и более подробных сведений об эколого-трофических особенностях грибов позволяет провести подробную классификацию гастеромицетов по типам питания (Сосин, 1973; Сто-

лярская, Коваленко, 1996; Иванов, Сашенкова, 1998; Сашенкова, 1999; Ребриев, 2002).

Гастеромицеты Ярославской области используют в процессе жизнедеятельности три типа питания: сапротрофный, биотрофный (симбиотрофный) и политрофный. Сапротрофы (15 видов, 88%) делятся в свою очередь на надгруппы моносапротрофов (вид обитает на одном типе субстрата) и полисапротрофов (вид использует два и более вида субстрата).

Надгруппа моносапротрофов включает одну группу – гумусовые сапротрофы (условное обозначение Hu), – в которую входят 7 видов (или 41,2% от общего числа видов): *Geastrum quadrifidum*, *G. minimum*, *Bovista nigrescens*, *B. plumbea*, *Calvatia excipuliformis*, *Langermannia gigantea*, *Mutinus ravenelii*. В надгруппе полисапротрофов нами выделено 5 групп: подстильно-гумусовые сапротрофы (St-Hu), гумусово-ксилотрофно-подстильные (Hu-Le-St), гумусово-ксилотрофные (Hu-Le), ксилотрофно-копротрофно-подстильные (Le-E-St), гумусово-копротрофно-ксилотрофно-подстильные сапротрофы (Hu-E-Le-St). К первой группе относятся 3 вида (17,6%): *Geastrum fimbriatum*, *Vascellum pratense*, *Mycenastrum corium*, ко второй – 2 вида (11,8%): *Lycoperdon perlatum*, *Cyathus striatus*, к третьей – вид *Lycoperdon pyriforme* (5,9%), к четвертой – вид *Crucibulum laeve* (5,9%), к пятой – вид *Cyathus olla* (5,9%). Из облигатных симбиотрофов (Mr) выявлен 1 вид (*Rhizopogon roseolus*), связанный микоризными отношениями с *Pinus sylvestris*. Политрофный тип питания представлен сапротрофно-симбиотрофной группой (Hu-Mr) с преобладанием симбиотрофного типа питания (*Scleroderma citrinum*).



Распределение видов гастеромицетов города Ярославля и его окрестностей по эколого-трофическим группам

Анализ распределения по растительным сообществам показал, что по числу видов гастеромицетов лидируют пригородные хвойные (в основном сосновые леса) и хвойно-мелколиственные леса. В них обнаружено 12 видов (70,6%) грибов: *Geastrum fimbriatum*, *G. quadridum*, *G. minimum*, *Bovista nigrescens*, *Calvatia excipuliformis*, *Mutinus ravenelii*, *Lycoperdon perlatum*, *Cyathus striatus*, *Lycoperdon pyriforme*, *Crucibulum laeve*, *Rhizopogon roseolus*, *Scleroderma citrinum*. По всей видимости, это связано с большим разнообразием микро- и мезоклиматических условий, богатством субстратов (подстилка, древесные остатки), а также наличием древесных пород, как необходимого условия для роста и плодоношения микоризообразователей (Ребриев, 2002). Этой же причиной обусловлено значительное разнообразие эколого-трофических групп грибов. Наиболее массовое развитие гастероидных базидиомицетов наблюдается в мертвопокровных сосновых молодняках. Именно в них найдены все виды р. *Geastrum*, обитающие в Ярославской области. Довольно обычны здесь микоризообразователи *Rhizopogon roseolus* и *Scleroderma citrinum*. На более богатых почвах с хорошо развитой подстилкой обильным бывает *Lycoperdon perlatum*. В пригородных мелколиственных лесах гастеромицеты малочисленны. В них обитают самые распространенные грибы, не обнаруживающие четкой специализации в отношении местообитаний: *Lycoperdon perlatum* и *Lycoperdon pyriforme*.

К луговым сообществам приурочено 6 видов (35,3%), относящихся к различным группам сапротрофов, из которых преобладают гумусовые сапротрофы: *Lycoperdon perlatum*, *Mycenastrum corium*, *Bovista nigrescens*, *B. plumbea*, *Langermannia gigantea*. Последняя обнаружена нами в Ярославской области впервые в музее-усадьбе Н.А. Некрасова «Карабиха».

Гастеромицеты довольно активно проникают на территорию города. На газонах обычными видами являются *Vascellum pratense*, *Lycoperdon pyriforme*, *Bovista nigrescens*, *Scleroderma citrinum*. Так, например, в 2004 г. нами отмечалось массовое плодоношение *S. citrinum* на газонах, разделительных полосах, на городских кладбищах, в скверах г. Ярославля. Базидиомы развивались под различными породами деревьев (липами, тополями, ивами), а также без присутствия древесных пород. Это косвенно подтверждает предположение о том, что вид является факультативным микоризообразователем (с *Pinus sylvestris*) и может развиваться как гумусовый сапротроф. В 2004 и 2007 гг. на газонах в Ленинском и Кировском районах нами был обнаружен *Mycenastrum corium*, образующий довольно крупные (до 10 см) шаровидные плодовые тела. В центре города, рядом с го-

родским пляжем на р. Которосли в 1998 г. Д.В. Власовым обнаружено несколько базидиом *Mutinus ravenelii*, занесенного в Красную книгу РСФСР (1988) и Красную книгу Ярославской области (2004). По некоторым данным вид встречается исключительно в посещаемых людьми местах, около жилья и у троп (Столярская, Коваленко, 1996). *Mutinus ravenelii* является заносным видом, свойственным более южным областям (Иванов, Сашенкова, 1998). Единственной пока находкой представлен *Syathus olla*, обнаруженный в Ботаническом саду ЯГПУ.

Таким образом, из 22 гастероидных базидиомицетов, выявленных на настоящий момент в Ярославской области, на территории г. Ярославля и в его окрестностях встречается 17 видов. Подавляющее большинство из них являются сапротрофами на различных типах субстрата, преимущественно на гумусе, один вид относится к симбиотрофам (*Rhizopogon roseolus*) и один – к политрофам (*Scleroderma citrinum*). В зависимости от экологических условий виды могут переходить из одной эколого-трофической группы в другую. Наибольшее количество видов (12 видов) обитает в пригородных сосняках со средней степенью нарушенности, что согласуется с данными С.А. Курочкина (2002) для Тверской области. Примерно одинаковое количество видов встречается на газонах города (7 видов) и в пригородных луговых сообществах (6 видов). В исключительно антропогенных местообитаниях встречается *Mutinus ravenelii*, занесенный в Красные книги РСФСР и Ярославской области.

#### Литература

Вишневский М.В. Флора агарикоидных и гастермицетных грибов г. Москвы // Современные проблемы микологии, альгологии и фитопатологии. (материалы Международной конференции). М., 1998, с. 169-170.

Иванов А.И., Сашенкова С.А. Гастеромицеты лесостепи Правобережного Поволжья (видовой состав и экология) // Микология и фитопатология. 1998, т. 32, вып. 1, с. 7–13.

Клетиков М.А. Грибы (макромицеты) Ярославской области, занесенные в Красную книгу России // VII Тихомировские чтения. Ярославль, 1999, с. 214–216.

Красная книга РСФСР (растения). М.: Росагропромиздат, 1988. 590 с.

Красная книга Ярославской области. Ярославль, 2004. 475 с.

*Курочкин С.А.* Эколого-биологические аспекты гастероидных базидиомицетов Тверской области // Современная микология в России. Тезисы докладов I съезда микологов России. М., 2002, с. 63.

*Лазарева О.Л.* Биота гастероидных базидиомицетов Ярославской области // Естествознание: исследования и обучение: матер. Междунаро. конф. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2008.

*Ребриев Ю.А.* Гастероидные базидиомицеты Нижнего Дона (в пределах Ростовской области) // Автореф. дис...канд. биол. наук. Ростов-на-Дону, 2002. 24 с.

*Ребриев Ю.А.* Гастеромицеты. Современные взгляды на объем группы и положение в системе Basidiomycetes // Микология и фитопатология, 2005, т. 39, вып. 1, с. 3–10.

*Сашенкова С.А.* Эколого-биологические особенности гастероидных грибов юго-востока Русской равнины // Автореф. дис...канд. биол. наук. М., 1999. 19 с.

*Сашенкова С.А., Иванов А.И., Ильина Г.В., Блинохватов А.Ф.* Биоабсорбция микроэлементов гастероидными базидиомицетами в природных экосистемах и в эксперименте // Современная микология в России. Тезисы докладов I съезда микологов России. М., 2002, с. 79.

*Сосин П.Е.* Определитель гастеромицетов СССР. Л.: Наука, 1973. 227 с.

*Столярская М.В., Коваленко А.Е.* Грибы Нижнесвирского заповедника. Вып. 1. Макромицеты (преимущественно агарикоидные базидиомицеты): Аннотированные списки видов. СПб, 1996. 59 с.

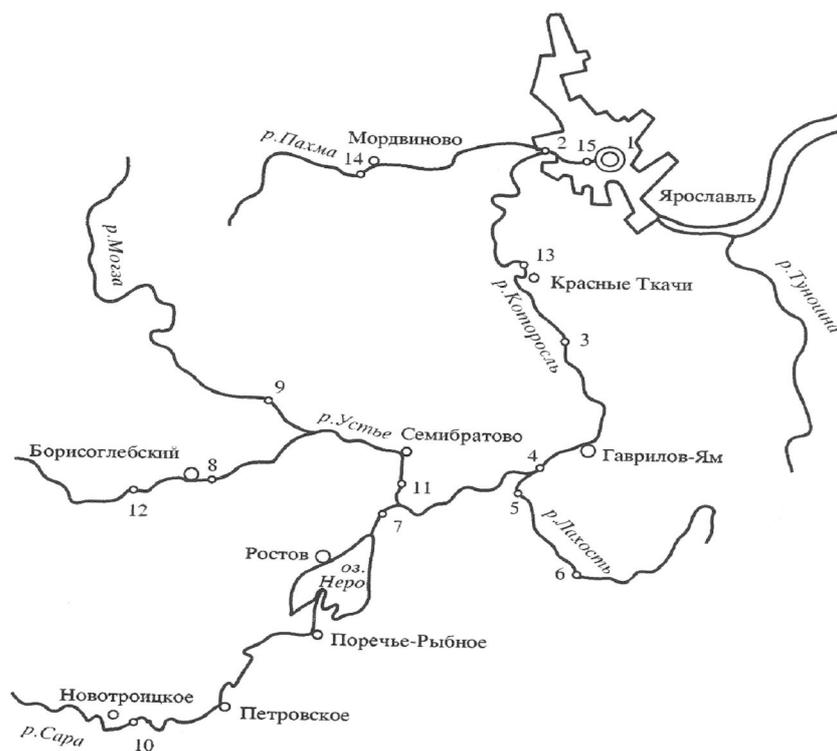
*Hawksworth D.L., Kirk P.M., Sutton B.C., Pegler D.M. Ainsworth J., Bisby's H.* Dictionary of the Fungi. 8<sup>th</sup> ed. CAB International, Wallingbord. U.K., 1995. 616 p.

## ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ (БАКТЕРИЙ, ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНА) В БАСЕЙНЕ РЕКИ КОТОРОСЛЬ

*Лантева Н.А., Курбатова С.А.*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
(ИБВВ РАН)*

Экологическое состояние Волги определяется благополучием малых рек, их питающих. Река Которосль, образуемая от слияния рек Векса и Устье – крупнейший приток Волги на территории Ярославской области. Площадь водосбора р. Которосль и ее основных притоков (Устье, Лахость, Могза и Пахма) составляет 6370 км<sup>2</sup> (см. схему).



Карта-схема района исследований. 1-15 – станции отбора проб

Экологическое состояние водных экосистем тесно связано с деятельностью гидробионтов, а также с абиотическими факторами внешней среды. Планктонные организмы дают возможность контролировать состояние водоемов, как под воздействием антропогенных факторов, так и в результате естественных изменений. Наиболее быстро реагирует автотрофное звено, которое определяет функционирование водных экосистем.

Таблица 1

Средние за сезон значения структурно-функциональных показателей микроорганизмов (№ – станции; N – общая численность бактерий, млн кл./л; Д – деструкция, мгС/л·сут; Ф – фотосинтез, мгС/л·сут; ТА – темновая ассимиляция, мкгС/ л·сут; Хл – содержание хлорофилла «а», мкг/л)

№	N	Д	Ф	Ф/Д	ТА	Хл
Притоки р. Которосль						
10	0.8	0.21	0.07	0.33	4.2	1.6
7	1.4	5.30	1.75	0.33	3.8	47.0
12	0.6	0.19	0.05	0.26	3.2	1.6
8	0.8	0.35	0.05	0.14	4.2	1.9
11	0.7	0.30	0.17	0.57	3.2	2.2
9	0.6	0.30	0.05	0.17	2.6	1.4
6	0.7	0.24	0.05	0.21	4.4	2.6
5	0.7	0.28	1.26	4.50	11.0	1.8
14	0.8	0.30	0.73	2.40	7.7	4.6
р. Которосль						
1	1.2	0.47	0.50	1.10	7.9	11.0
2	0.8	0.38	0.05	0.13	9.9	11.6
3	1.0	0.28	0.23	0.82	4.1	3.6
4	0.9	0.31	0.30	0.97	3.4	4.9
13	0.7	0.17	0.27	1.59	4.3	3.9
15	0.9	0.33	0.39	1.20	13.5	9.4

Сезонные изменения Хл а, отражающие динамику фитопланктона, на всех участках характеризовались низкими величинами весной. Максимальные концентрации до 79 мкг/л, зарегистрированы в р. Векса (ст. 7), планктон которой формируется под влиянием стока оз. Неро. Даже в осенний период, когда развитие фитопланктона замедлялось, содержание Хл а превышало показания на других станциях в 10-15 раз. Здесь наблюдали обилие синезеленых и зеленых водорослей. Средняя величина за вегетационный период составила 47

мкг/л. В остальных притоках Хл а варьировал в пределах 1.5 мкг/л. В р. Пахма (ст. 14) концентрация Хл а в течение сезона изменялась от 2.8 до 8.7 мкг/л при средней за сезон 4.6 мкг/л.

На других притоках отсутствовали сезонные максимумы. Фитопланктон в основном был представлен хлорококковыми и диатомовыми видами. В русловом участке р. Которосль средняя концентрация Хл а была в 2-2.5 раза выше, чем в притоках. Повышенное содержание было отмечено на станциях, расположенных ниже г. Гаврилов-Ям, с. Мордвиново и пос. Красные Ткачи. Наиболее высокие показатели характерны для устьевоего ее участка, подверженного воздействию г. Ярославля. Обилие водорослей существенно изменяет концентрацию органического вещества (ОВ) в воде, а именно его лабильную часть, что сказывается на динамике бактерий и зоопланктона. Среднее ОЧБ за весь период наблюдений варьировало в пределах 1 млн. кл./мл. Весной ОЧБ колебалось в пределах 0.6-2 млн. кл./мл, с максимумом в среднем течение р. Которосль (ст. 3 и 4) и в р. Векса (ст. 7). Летом, наибольшие величины ОЧБ зарегистрировали в р. Которосль в черте города (2-1.5 млн. кл./мл). Осенью ОЧБ составляло менее 1 млн.кл./мл. Поскольку в водоемах идут одновременно процессы продуцирования и деструкции ОВ, то ОЧБ недостаточно информативно для характеристики экологического состояния. Первостепенное значение имеют функциональные показатели микроорганизмов. Автохтонное ОВ в бассейне р. Которосль продуцируется фито- и бактериопланктоном.

Значительная доля аллохтонного ОВ поступает с водосборной площади. Средние значения деструкции ОВ составили в р. Которосль 0.17-0.5 мгС/л-сут. С меньшей интенсивностью она протекала на участке ниже п. Кр.Ткачи (ст. 13), и с большей – в устьевых участках зоны постоянного подпора водохранилища и подверженных антропогенному влиянию города. Максимальная скорость деструкции достигала 5 мгС/л-сут в р. Векса. (табл. 1), что характерно для высокопродуктивных водоемов. На остальных станциях р. Которосль и ее притоках величины деструкции были соизмеримы (0.2-0.3 мг С/л-сут). Низкие скорости деструкции 0.1 мгС/л-сут определили в октябре, и только в р. Которосль (ст. 2 и 3) они составили 0.2-0.4 мгС/л-сут. Весной деструкция ОВ составила 0.2-0.6 мгС/л-сут. В р. Векса этот показатель достигал 1 мгС/л-сут.

В летний период деструкционные процессы протекали наиболее интенсивно в р. Которосль (ст. 1, 2) -3.5, мгС/л-сут. и до 1 мг ОВ разрушалось на русловых участках (ст. 3 ,4). На других ее участках величины деструкции составили 0.5-0.8 мгС/л-сут. В р. Лахость (низ-

вье) и Устье (ниже Борисоглеба) деструкция достигала 2 мгС/л·сут. Деструкция ОВ чаще всего превышала его продукцию фитопланктоном, что свидетельствует о значительном поступлении аллохтонного ОВ в притоки. В р. Которосль продукционно-деструкционные процессы были или соизмеримы на отдельных станциях, либо продукция значительно превышала деструкцию. Наиболее интенсивно продуцировалось ОВ летом, с максимумами в р. Которосль (ст. 1, 3, 4, 11), где отмечали и высокую деструкцию.

Высокие величины продукции наблюдали в притоках: р. Векса (ст. 7) до 5.5 мгС/л·сут, р. Устье и Пахма (ст. 11, 14) до 2 мгС/л·сут. Темновая ассимиляция углекислоты, отражающая развитие бактериопланктона была максимальной в летний период. Наиболее высокие ее величины, 20-30 мгС/л·сут, характерные для евтрофированных водоемов, определили в р. Которосль (ст. 1-4,15) и в р. Пахма (ст. 14). Низкие ее скорости, в пределах 1 мгС/л·сут были отмечены весной и осенью – 1-3 мгС/л·сут. В черте города (ст. 15) ассимиляция достигала 8 мгС/л·сут. По средним величинам ассимиляции за сезон наблюдаемый следует, что наиболее активным бактериопланктон был в р. Которосль с максимумами вблизи города (ст. 1, 2, 15). В притоках выделяется р. Пахма (ст. 14) и р. Лахость (низовье ст. 5) с величинами ТА 7.7 и 11 мкгС/л·сут соответственно. Показана тесная положительная корреляционная связь между показателями планктонных организмов.

Многие исследованные притоки р. Которосль или их отдельные участки бедны зоопланктоном весь вегетационный сезон (табл. 2). В нижнем течении р. Лахость (ст. 5) и в р. Могза (ст. 9) низкие показатели численности и биомассы ракообразных и коловраток были весной, летом и осенью. В среднем течении р. Лахость (ст. 6) более высокая биомасса зоопланктона весной и осенью создавалась зарослевыми и придонными циклопами, ветвистоусым рачком *Chydorus sphaericus*, а осенью еще *Bosmina longirostris*. Максимальное количество зоопланктона регистрировали в р. Векса (ст. 7), вытекающей из оз. Неро. Сообщество зоопланктона здесь имело черты озерного: с массовым развитием коловраток весной (преимущественно альгофагов *Synchaeta* sp.) и последующим преобладанием ракообразных летом и осенью ( $B_{Crust.}/B_{Rot.}$  4.7 и 6.2, соответственно). В р. Устье летом биомасса зоопланктона возрастала ниже п. Семибратово (ст. 11) за счет увеличения численности Cladocera – *Ceriodaphnia quadrangula* и *Scapholeberis mucronata* ( $B_{Crust.}/B_{Rot.}$  = 125.3). Массовое развитие последнего вида может служить косвенным свидетельством увеличения биогенов в воде. Доминирование *S. mucronata* (до 80 %)

было характерно для р. Пахма (ст. 14) летом и осенью ( $V_{Crust.}/V_{Rot.}$  237.1 и 7069.6). Большинство рачков были поражены грибами.

Таблица 2  
Характеристики зоопланктона (№ ст. – номер станции; Ч – численность, тыс. экз./м<sup>3</sup>; Б – биомасса, мг/м<sup>3</sup>; В – количество видов)

№ ст.	Весна			Лето			Осень		
	Ч	Б	В	Ч	Б	В	Ч	Б	В
Притоки р. Которосль									
10	4.3	17.2	13	0.8	39.6	15	11.9	49.2	20
7	746.7	1330.6	19	156.6	833.0	31	64.4	341.1	19
12	0.8	2.5	6	0.5	1.7	5	2.2	105.0	5
8	1.0	1.7	6	1.2	3.1	10	0.4	5.0	10
11	1.2	6.2	7	1.3	65.7	21	0.6	5.2	15
9	0.6	3.0	9	0.2	0.5	3	0.3	3.9	9
6	5.7	47.6	25	0.1	0.4	5	5.1	115.6	22
5	0.8	3.6	10	0.1	0.8	5	1.0	16.9	17
14	0.8	8.3	13	77.5	2904.7	19	3.1	268.7	18
р. Которосль									
1	55.9	96.2	9	28.2	112.1	25	6.1	112.5	22
2	24.3	51.6	10	36.3	957.6	12	7.5	204.5	28
3	21.1	36.0	11	1.2	191.8	15	1.6	26.1	28
4	160.1	257.5	15	2.4	61.4	15	11.6	51.6	15
13	51.4	13.6	15	9.1	21.7	15	1.3	15.7	14
15	17.5	27.5	18	68.6	332.3	28	5.2	107.3	27

Количественные показатели развития зоопланктона в р. Которосль были, в целом больше, чем в ее притоках (табл. 2). Выше г. Гаврилов-Яма (ст. 4) весной зоопланктон богат коловратками – фитофагами *Synchaeta* sp., *Polyarthra* sp., а также детрито-бактериофагом *Brachionus angularis*, которых много и в выше текущей р. Векса. Летом биомасса снижается, но увеличивается соотношение  $V_{Crust.}/V_{Rot.}$  (28.4). В среднем течении р. Которосль (ст. 3) летняя биомасса зоопланктона увеличивается за счет планктонных циклопов р. *Mesocyclops* и придонных *Eucyclops*, при умеренном развитии Cladocera. Ниже п. Кр. Ткачи (ст. 13) численность и биомасса зоопланктона невелики относительно других участков реки. Летом наиболее массовый из Cladocera вид *Scapholeberis mucronata*, из коловраток – зарослевые *Euchlanis* и характерный для  $\beta$  – мезосапробных вод *Brachionus*

*quadridentatus*. Воды р. Пахма несут в Которосль значительное количество органики, и, как следствие, в зоопланктоне доминирует и образует большую биомассу *Scapholeberis mucronata*. На ст. 1 и 15 в черте города преобладание коловраток над ракообразными отмечали не только весной, но и летом. Кроме многих, характерных для  $\beta$ -сапробных зон видов, массовое развитие здесь получили  $\beta$ - $\alpha$  – мезо-сапробы: *Brachionus urceus*, *B. calyciflorus*, *B. angularis*, указывающие на более загрязненные воды. Осенью количество рачков возрастает за счет массового развития видов сем. Chydoridae, обитающих, как правило, на различных субстратах.

Проведенные исследования показали, что формирование планктонных сообществ в р. Которосль и ее притоках происходит в соответствии с гидрологическими условиями, а также под влиянием антропогенных факторов.

**НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ИХТИОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО  
МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ  
РЫБ И КАЧЕСТВА ВОДЫ ВЕРХНЕВОЛЖСКИХ  
ВОДОХРАНИЛИЩ НА ТЕРРИТОРИИ  
ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Лукьяненко В.И. \*, Аршаница Н.М. \*\*, Васильев А.С. \*\*\**

*\*Верхневолжское отделение Российской экологической академии,*

*\*\*Государственный научно-исследовательский институт  
озерного и речного рыбного хозяйства,*

*\*\*\*Институт биологии внутренних вод Российской академии наук*

Как известно, экологические проблемы Верхневолжского региона резко обострились, начиная с 60-х годов минувшего XX столетия, в связи с крупномасштабным антропогенным загрязнением водоёмов и воздушного бассейна. Суммарный сброс сточных вод в Верхнюю Волгу и её притоки с территории пяти областей (Тверской, Ярославской, Костромской, Ивановской и Вологодской) превысил 4 млн. кубометров в год, составляя более 20% всех сточных вод волжского бассейна, в том числе загрязнённых сточных вод более 1 млн. кубометров. Низкое качество сточных вод, поступающих в Верхнюю Волгу и её притоки, определяется, в первую очередь, перегрузкой, низкой эффективностью работы и неудовлетворительной эксплуатацией имеющихся очистных сооружений. Кроме того, на многих предприятиях и даже в некоторых городах вообще отсутствуют очистные сооружения.

В результате, речные воды ниже сбросов промышленных и коммунально-бытовых стоков предприятий и городов классифицируются как «грязные» и «очень грязные». Несмотря на резкий спад промышленного производства, имевший место в первой половине 90-х годов XX столетия, как в целом по стране, так и в бассейне Волги, в частности в Верхневолжском регионе, существенного улучшения качества поверхностных вод не произошло. Более того, 13 сентября 1995 года в газете «Известия» была опубликована статья (Флеров, Чуйко, Королева), в которой утверждалось, что «качество воды в Волге на территории Ярославской области полностью не отвечает требуемым нормам и без необходимой тщательной очистки эта вода может быть крайне опасна для здоровья и жизни человека».

Администрация Ярославской области поручила Верхневолжскому отделению Российской Экологической Академии провести детальное изучение рассматриваемого вопроса. В соответствии с этим

поручением в 1995 году была подготовлена многолетняя программа комплексного изучения экологического состояния Верхневолжских водохранилищ (Угличского, Рыбинского и Горьковского) на территории Ярославской области с позиций и методами ихтиотоксикологического мониторинга (Лукьяненко, Черкашин 1987).

В докладе обобщены результаты многолетнего ихтиотоксикологического мониторинга промысловых видов рыб, выполненного в период с 1995 по 2001 годы. Всего проанализировано 2486 особей 11 видов рыб, в том числе 7 видов семейства карповых (Cyprinidae): лещ (1276 экз.), синец (417 экз.), плотва (350 экз.), густера (189 экз.), елец (15 экз.), жерех (14 экз.), голавль (3 экз.), и 4 вида семейства окуневых (Percidae): окунь (110 экз.), судак (67 экз.), ерш (31 экз.) и берш (14 экз.). Отлов рыб проводили в Угличском, Рыбинском и Горьковском водохранилищах с борта экспедиционного судна 23-х метровым тралом, а в прибрежной мелководной зоне – 50-ти и 100-метровыми неводами, а в отдельных случаях ставными сетями.

Для решения поставленной задачи – оценки состояния рыб, обитающих в каждом из трех указанных водохранилищ, мы решили использовать патолого-морфологический, а точнее патолого-анатомический метод, позволяющий выявить сам факт и выраженность патологических изменений в состоянии важнейших внутренних органов. Следует отметить, что патолого-анатомический метод исследования давно и успешно используется в медицине и ветеринарии, а в ихтиопатологии он стал применяться лишь со второй половины минувшего XX столетия.

Ихтиопатологический анализ осуществляли непосредственно после отлова рыб. Каждая особь подвергалась вначале наружному осмотру (учитывалось нарушение целостности чешуйного покрова, поражение плавников, цвет и ослизнение жабр, степень упитанности рыб), а затем, после вскрытия, определяли состояние внутренних органов (печень, почки, сердце, селезенка и кишечник).

Оценку состояния органов проводили по разработанной нами (Аршаница, Лесников 1987) 5-бальной системе, согласно которой отсутствие визуальных патологических изменений оценивалось 1 баллом, наличие легких повреждений, не угрожающих жизни рыб – 2-мя баллами, наличие повреждений органов средней тяжести – 3-мя баллами, наличие опасных повреждений, имеющих, как правило, необратимый характер и угрожающих жизни рыб в экстремальных условиях – 4-мя баллами и наличие глубоких необратимых повреждений жизненно важных органов, свидетельствующих о предсмертном состоянии – 5-ю баллами.

За «норму» принимали отсутствие визуальных патологических изменений (1 балл). Незначительное (до 1.49 балла) отклонение состояния рыб от «нормы» соответствует очень слабому загрязнению воды, 1.50-2.49 – слабому загрязнению, 2.50-3.49 – среднему загрязнению, 3.50-4.49 – сильному и 4.50-5.00 – очень сильному загрязнению воды. Границей «условной нормы» служили 2 балла. Пораженными считались органы, получившие оценку 2.5 балла и выше.

Наряду с этим рассчитывали нормированный индекс (IN) по формуле:

$$IN = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} B_i}{\sum_{i=1}^{i=n} B_{max}}$$

где IN – нормированный индекс;  $B_i$  – балл по  $i$ -му признаку;  $B_{max}$  – максимальный балл по  $i$ -му признаку;  $n$  – число исследованных признаков (Решетников и др. 1999).

Совокупность полученных нами многолетних данных свидетельствует о том, что практически у всех исследованных видов рыб и возрастных групп, отловленных в местах локального загрязнения, имели место различной степени выраженности изменения в состоянии внутренних органов. Эти изменения развиваются в первую очередь в жабрах, печени, почках и кишечнике, то есть в органах, через которые загрязняющие вещества попадают в организм (жабры) и которые ответственны за их детоксикацию (печень) и выведение из организма (почки).

*Жабры.* Изменения в жабрах проявляются в наличии очагов кровоизлияний, поверхностного и тканевого некроза, отеков и дискомплексации. Поражения жабр отмечены у леща, плотвы, густеры, селенца, судака, берша и ерша.

*Печень.* Разнообразны нарушения в печени: перерождение (от очагового до полного) с элементами атрофии, изменение окраски (от песочной до темно-зеленой и оранжевой) и консистенции (уплотнения печени и «мажущаяся» печень). Часто встречается мозаичная окраска печени (в норме – темно-вишневая). В ряде случаев сосуды печени сильно наполнены кровью, у отдельных особей отмечается утолщение и воспаление стенок желчного пузыря. Поражения печени выявлены у леща, густеры, плотвы, ельца, жереха, судака.

*Почки.* Характерные симптомы поражения почек – отек и сильное кровенаполнение, разрастание ткани, изменение цвета. Поражения почек отмечены у леща, густеры и плотвы.

*Кишечник.* Изменение в кишечнике: отеки слизистой, гиперемия и кровоизлияние, утолщение стенок кишечника и, как следствие, сужение его просвета или, напротив, дряблость стенок. Как правило, особи с сильным поражением кишечника истощены, не питаются или питаются слабо, у них наблюдается скопление слизи, гнойное наполнение кишечника. Поражения кишечника имели место у леща, плотвы, густеры, берша и судака.

Наиболее отчетливо патологические изменения проявляются в жабрах и печени, менее затронуты изменениями почки, а состояние кишечника и селезенки у большинства исследованных рыб близко к норме. В ряде случаев отмечены аномалии в строении плавников и ротового аппарата, искривления позвоночника, изменения в гонадах, наличие абсцессов и язв на теле рыб.

Выраженность поражения различных органов неодинакова у разных видов, а так же у рыб разных выборок одного вида и у разных особей внутри одной выборки, что отражает наличие видовых, возрастных и индивидуальных особенностей токсикорезистентности (Лукьяненко 1967, 1983). Состояние донных рыб (лещ, плотва, густера, ерш), отловленных на загрязненных участках водохранилищ, заметно хуже, чем рыб, обитающих в пелагиали (синец, елец, голавль, укляя). Весьма показательны в этом отношении данные, характеризующие выраженность патологических изменений у леща и синца (табл. 1).

Анализ представленных в таблице 1 данных показывает, что индивидуальные значения индекса неблагоприятного состояния (IN) у обоих видов варьируют в широких пределах: от 0.00 до 0.58 – у леща и от 0.00 до 0.23 – у синца. У синца наиболее значительные изменения отмечены в жабрах и печени, состояние почек и кишечника в большинстве случаев не вызывает опасений. У леща наблюдается более высокая по сравнению с синцом частота встречаемости и степень поражения отдельных органов. Патологическим процессом (выраженным в разной степени) охвачены все исследованные нами органы.

Наиболее отчетливые отклонения от нормы проявляются при анализе жабр, печени, почек и кишечника. Как у леща, так и у синца степень выраженности патологии органов не зависит от пола и стадии зрелости гонад. Картина поражения органов леща и синца – крайне неравномерная. Вероятно, данный факт является отражением неравномерности загрязнения акватории Рыбинского водохранилища.

Таблица 1

Пределы колебаний (лимиты) и средние значения нормированного индекса неблагополучного состояния (IN) у леща и синца

Район сбора материала	Лещ			Синец		
	Колебания	Среднее	Число рыб, экз.	Колебания	Среднее	Число рыб, экз.
Рыбинское водохранилище						
<i>Волжский плёс</i> устье р. Сутки	0.00-0.20	0.06	136	0.00-0.09	0.04	47
Красный ручей	0.00-0.31	0.09	401	0.00-0.21	0.09	78
Коприно	0.12-0.58	0.28	183	0.00-0.11	0.05	43
о. Радовский	0.00-0.26	0.12	85	0.00-0.14	0.06	65
о. Шумаровский	0.00-0.34	0.16	126	0.00-0.13	0.07	38
<i>Шекнинский плёс</i> Торово	0.08-0.46	0.25	41	0.00-0.17	0.08	42
<i>Главный плёс</i> Хвоцевик	0.00-0.39	0.18	29	0.00-0.23	0.10	18
Брейтово	0.00-0.46	0.21	36	0.00-0.19	0.09	22
Молога	0.00-0.43	0.20	164	0.00-0.15	0.06	64
Бабы горы	0.00-0.41	0.20	75	-	-	-
Угличское водохранилище						
с. Прилуки	0.00-0.20	0.09	36	-	-	-
Грехов Ручей	0.00-0.32	0.14	45	-	-	-
Горьковское водохранилище						
с. Туношна	0.00-0.49	0.23	54	-	-	-

В целом, более низкое поражение органов синца по сравнению с лещом, очевидно связано с особенностями экологии двух рассматриваемых видов, в частности экологии питания. Дело в том, что лещ ведет придонный образ жизни и является бентофагом, то есть питается донными организмами (бентосом), а синец нагуливается преимущественно в открытой части водоема и входит в группу планктофагов. Многолетнее загрязнение Волги и ее водохранилищ различными группами веществ, в частности высокостабильными солями тяжелых металлов и стойкими органическими соединениями, ведет к их накоплению в грунтах. Известно, что в Рыбинском и Горьковском водохранилищах повышенное содержание тяжелых металлов имеет место в донных отложениях вблизи городов, портов, в руслах затопленных рек. Всё это создает повышенные токсикологические нагрузки именно на рыб-бентофагов.

Результаты выполненного нами многолетнего сравнительного изучения состояния природных популяций 11 видов рыб, позволяют рекомендовать леща (*Abramis brama* L.) в качестве вида-индикатора для оценки уровня загрязнения грунтов и синца (*Abramis ballerus* L.) для оценки уровня загрязнения воды.

Совокупность полученных нами данных, характеризующих состояние внутренних органов у разных по экологии видов рыб, показывает, что степень выраженности патологических изменений не зависит от пола и стадии зрелости гонад, но тесно связано с размерами тела: чем крупнее рыба, тем значительнее выявляемые нарушения в состоянии внутренних органов (табл. 2).

Таблица 2. Нормированный индекс (IN) у рыб разных размеров

Длина тела, мм	Колебания	Среднее	Число рыб, экз.
до 100	0.00-0.08	0.02	36
101-150	0.00-0.20	0.06	69
151-200	0.00-0.24	0.06	74
201-250	0.00-0.26	0.07	63
251-300	0.00-0.29	0.08	88
301-350	0.00-0.28	0.08	49
351-400	0.00-0.30	0.09	22

Установлено так же, что выраженность патологических изменений у органов претерпевает сезонную изменчивость: максимальные значения индекса IN наблюдаются летом, снижаются осенью и минимальны зимой (табл. 3)

Самый высокий уровень поражения органов (в первую очередь жабр) выявляется, как правило, летом (в июле-августе), когда температура речной воды достигает 21-24°C. Ничего неожиданного в этом нет, поскольку температура, наряду с концентрацией токсических веществ, оказывает значительное влияние на выраженность патологических процессов, развивающихся под влиянием токсических веществ, как в экспериментальных условиях, так и в естественных водоемах (Лукьяненко 1967, 1983, 1987).

Таблица 3. Сезонные изменения значений нормированного индекса (IN) у леща Рыбинского водохранилища

Сезон	Колебания	Среднее	Число рыб, экз.
Весна	0.00-0.20	0.07	60
Лето	0.00-0.31	0.10	60
Осень	0.00-0.24	0.08	60
Зима	0.00-0.19	0.06	60

В заключение следует отметить, что картина поражения внутренних органов у разных по экологии видов рыб, отловленных в каждом из трех исследованных водохранилищ в разные годы и разные сезоны года, крайне неравномерна, что отражает, на наш взгляд, разную степень загрязнения воды и грунтов в том или ином водоеме.

Выявленная нами значительная степень поражения органов и тканей у рыб-бентофагов, отловленных в верховье Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища, на участке Череповец–Торово, а так же наличие особей с необратимыми патологическими изменениями (анемия, атрофия печени и селезенки, перитонит, дряблость стенок кишечника и отложение фибриновых масс), позволяет считать этот участок водохранилища зоной экологического бедствия. Средний уровень загрязнения характерен для глубоководных (русловых) участков Волжского (ст. Коприно) и Главного (ст. Бабы горы) плесов Рыбинского водохранилища. Остальные станции расположенные в Главном, Волжском, Моложском и Шекснинском плесах Ры-

бинского водохранилища и станция Туношна в Горьковском водохранилище, по данным ихтиопатологического анализа классифицируются как слабо загрязненные. Наименее загрязнено Угличское водохранилище: отловленная здесь рыба практически здорова, отмечены лишь слабо выраженные компенсированные изменения в отдельных органах.

#### Литература

*Аршаница Н.М., Лесников Л.А.* Патолого-морфологический анализ состояния рыб в полевых и экспериментальных токсикологических исследованиях // Методы ихтиотоксикологических исследований. Тезисы Первого Всесоюзного симпозиума. Л., 1987, с.7-9.

*Лукьяненко В.И.* Токсикология рыб. М.: Пищевая промышленность, 1967. 216 с.

*Лукьяненко В.И.* Общая ихтиотоксикология. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 320 с.

*Лукьяненко В.И.* Экологические аспекты ихтиотоксикологии. М. Агропромиздат, 1987. 239 с.

*Лукьяненко В.И., Черкашин С.А.* Ихтиотоксикологический мониторинг – важнейший инструмент оценки качества водной среды // Методы ихтиотоксикологических исследований. Тезисы Первого Всесоюзного симпозиума. Л., 1987, с.91-93.

*Решетников Ю.С., Попова О.А., Кацулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.А., Сталдвиг Ф.* Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб // Успехи современной биологии, 1999, т.119, №2, с.165-177.

*Флеров Б., Чуйко Г., Королева Э.* Волжская вода и волжская рыба крайне опасны для здоровья // «Известия», 13 сентября 1995 года.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<b>Лукьяненко В.И.</b> ЭКОНОМИКА БЕЗ ЭКОЛОГИИ – ПУТЬ В НИКУДА .....	5
<b>Лихобабин С.П.</b> ДЕПАРТАМЕНТ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ: ИТОГИ РАБОТЫ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ .....	19
<b>Мелюк С.А., Лукьяненко В.И.</b> СОСТОЯНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2004-2007 ГОДАХ .....	27
<b>Овчинников В.И., Дуненкова В.С.</b> СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ .....	39
<b>Черная Н.Л., Старунова Л.Н., Иванова И.В., Федотова Г.П., Рыжова Н.В., Сенягина Е.И.</b> ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЕМ ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ .....	45
<b>Анашкина Е.Н.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРОДСКИХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДЛЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ВИДОВ ПТИЦ .....	45
<b>Ошмарин А.П.</b> ОБ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ АСПЕКТАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ И ОБРАЗОВАНИЯ .....	53
<b>Тамаров В.В.</b> ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПОЛИТИКА В ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	57
<b>Жаров А.В., Павлов А.А.</b> ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ЭКОЛОГИЮ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	67
<b>Певзнер А.А., Дутов Н.В.</b> ПОГРЕБЕННЫЕ РУСЛА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ .....	73

<b>Гордин И.В.</b> ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВЫГОДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОШИБКИ ЗАСТРОЙКИ ВОДООХРАННЫХ ЗОН В КОНТЕКСТЕ ВОДНОГО КОДЕКСА .....	78
<b>Ривьер И.К.</b> ВОЗДЕЙСТВИЕ СТОКОВ ПРОМЗОНЫ ГОРОДА ЧЕРЕПОВЦА НА КАЧЕСТВО ВОДЫ И ЭКОЛОГИЮ ДОМИНАНТОВ- ЗООПЛАНКТЕРОВ ПЕЛАГИАЛИ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА .....	83
<b>Золотарев В.А.</b> БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДОЕМОВ: МЕТОДОЛОГИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ .....	91
<b>Преснухин В.И.</b> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ СОЗДАНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ГЕОСРЕДЫ ВЕРХНЕВОЛЖСКОГО РЕГИОНА .....	95
<b>Лукьяненко В.И.</b> ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	100
<b>СЕКЦИЯ 1. ГИДРОЭКОЛОГИЯ</b>	
<b>Бабаназарова О.В., Орлов В.Ю., Прохорова И.М., Ковалева М.И., Сиделев С.И., Рассохина Е.Г., Зубишина А.А., Гусева О.А.</b> РАЗВИТИЕ ТОКСИЧНОГО КОМПЛЕКСА СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПЛАНКТОТРИХЕТОВОГО ТИПА В ВЫСОКОЕВТРОФНОМ ОЗЕРЕ НЕРО .....	111
<b>Бикбулатов Э.С.</b> ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ РЕКИ ТРУБЕЖ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ОЧИСТКИ ЕЕ РУСЛА ОТ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ .....	116
<b>Бикбулатова Е.М., Бикбулатов Э.С., Степанова И.Э.</b> ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ .....	121
<b>Воропаева О.Г., Рогозина Е.А.</b> О ВЛИЯНИИ КОМПЛЕКСНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО СТОКА В РЕКУ ВОЛГУ В ЧЕРТЕ ЯРОСЛАВЛЯ НА РЕПРОДУКТИВНУЮ ФУНКЦИЮ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ВОДОРΟΣЛЕЙ .....	125

<b>Гусева О.А., Мокроусова Я.Н.</b> СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДЫ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ КОТОРОСЛЬ .....	130
<b>Дзюбан А.Н.</b> БАКТЕРИОБЕНТОС ВОДОХРАНИЛИЩ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ .....	135
<b>Законнов В.В., Касьянова В.В.</b> ФОРМИРОВАНИЕ НАНОСОВ В РЕЧНЫХ УЧАСТКАХ РЫБИНСКОГО И ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ .....	139
<b>Краснова А.Н.</b> ТЕРАТОМОРФЫ РОГОЗА ШИРОКОЛИСТНОГО <i>TYRNA LATIFOLIA L</i> .....	144
<b>Кузьмичев А.И.</b> ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ГИДРОФИТО- ЦЕНОСИСТЕМ ОЗЕР ЗОНЫ КРАЕВЫХ ОЛЕДЕНЕНИЙ ЯРОСЛАВСКОГО И ВОЛОГОДСКОГО ПООЗЕРИЙ .....	148
<b>Литвинов А.С.</b> ВОДОХРАНИЛИЩА: ЗА И ПРОТИВ .....	154
<b>Литвинов А.С., Законнова А.В.</b> МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ МОЛОГИ .....	159
<b>Лукьяненко В.И., Меркулова Л.К., Артамонова М.Ю., Бехтер А.К., Зайцева Н.А., Кузьмина Г.В., Лукьяненко А.В., Хабаров М.В.</b> КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ КОТОРОСЛЬ ОТ ИСТОКА ДО УСТЬЯ ПО ДАННЫМ ЭКСПЕДИЦИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ В 2002 ГОДУ .....	165
<b>Лукьяненко В.И., Меркулова Л.К., Артамонова М.Ю., Бехтер А.К., Зайцева Н.А., Кузьмина Г.В., Лукьяненко А.В., Хабаров М.В.</b> КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ КОТОРОСЛЬ ОТ ИСТОКА ДО УСТЬЯ ПО ДАННЫМ ЭКСПЕДИЦИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ В 2003 ГОДУ .....	171
<b>Лукьяненко В.И., Меркулова Л.К., Артамонова М.Ю., Бехтер А.К., Зайцева Н.А., Кузьмина Г.В., Лукьяненко А.В., Хабаров М.В.</b> МЕЖСЕЗОННАЯ И ВНУТРИСЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ КОТОРОСЛЬ В ЧЕРТЕ ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ .....	176

<b>Отюкова Н. Г.</b> ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛОЙ РЕКИ ИЛЬДЬ БАССЕЙНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА .....	183
<b>Постнов Д.И., Минин А.Е.</b> ДИНАМИКА РЫБНЫХ ЗАПАСОВ И ВЫЛОВА РЫБЫ НА ЯРОСЛАВСКОМ ПРОМЫСЛОВОМ УЧАСТКЕ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА .....	187
<b>Прохорова И.М., Лукьяненко В.И., Ковалева М.И., Фомичева А.Н., Шешина К.А., Прыгунова О.Е., Кондакова Д.С., Солдатова А.А.</b> МУТАГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ РЕКИ КОТОРОСЛЬ .....	192
<b>Рохмистров В.Л.</b> ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МАЛЫХ РЕК ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ .....	197
<b>Рыбакова И.В.</b> РОЛЬ БАКТЕРИОПЕРИФИТОНА МАКРОФИТОВ В ПРОЦЕССАХ САМООЧИЩЕНИЯ ВОДОЕМОВ (НА ПРИМЕРЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА) .....	204
<b>Соловьёва В.В., Корнева Л.Г.</b> СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА И КАЧЕСТВО ВОДЫ РЫБИНСКОГО И ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ .....	208
<b>Степанова И.Э., Бикбулатов Э.С., Бикбулатова Е.М.</b> БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ .....	213
<b>Хабаров М.В., Поташов Е.В., Лукьяненко А.В.</b> ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ КОТОРОСЛЬ В РАЙОНЕ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД ОАО «РУССКИЕ КРАСКИ» 12 ИЮЛЯ 2006 ГОДА .....	219
<b>Цельмович О.Л.</b> О ВЛИЯНИИ АНТРОПОГЕННОГО И ЗООГЕННОГО ФАКТОРОВ НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МАЛОЙ РЕКИ .....	223
<b>Чернова Л.П., Власова Е.А., Тонкова М.А.</b> ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ НЕКОТОРЫХ ИСТОЧНИКОВ ПЕРВОМАЙСКОГО И РОСТОВСКОГО РАЙОНОВ .....	228

СЕКЦИЯ II. БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ  
ВОДНЫХ И НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

- Аршаница Н.М., Лукьяненко В.И.**  
УНИФИЦИРОВАННАЯ СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ И ОЦЕНКИ  
РЕЗУЛЬТАТОВ ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА  
СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ РЫБ ..... 235
- Ботяжова О.А., Потапов Е.В.**  
СЕЗОННАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИНАМИКА  
КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ КОТОРОСЛЬ В 2006 ГОДУ ..... 241
- Васильев А.С., Непорожняя И.А.**  
МОРФОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫБ КАК ИНДИКАТОР  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ ..... 245
- Верина О.В., Сурикова К.В., Иванова Н.Л.**  
ИЗУЧЕНИЕ ЛИХЕНОФЛОРЫ ЛЕСОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО  
ПОБЕРЕЖЬЯ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ..... 249
- Власов Д.В.**  
СИНАНТРОПНАЯ КОЛЕОПТЕРОФАУНА  
ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ ..... 253
- Дзюбан А.Н.**  
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
СОСТОЯНИЕ ШЕКСНИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ..... 258
- Запруднова Р.А.**  
ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ РЫБ ПО ОБМЕНУ ИОНАМИ  
В ВОДЕ РАЗЛИЧНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ..... 262
- Запруднова Р.А.**  
ИЗМЕНЕНИЯ В СИСТЕМЕ ВОДНО-СОЛЕВОГО РАВНОВЕСИЯ  
У РЫБ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ТЕЧЕНИЕ  
ГОДОВОГО ЦИКЛА ..... 267
- Золотарев В.А.**  
МЕТОДЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДОЕМОВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ  
ПЕРИФИТОНА ..... 272

<b>Зубишина А.А., Бабаназарова О.В.</b> МИКРОФИТОБЕНТОС ЮЖНОЙ И СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА НЕРО .....	276
<b>Камшилов И.М., Запруднова Р.А.</b> ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ЭРИТРОЦИТОВ ЛЕЩА И КАРПА .....	282
<b>Кондакова Г.В., Грошева О.Н., Мануилова И.А.</b> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ ВОЛГИ ПО МИКРО БИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЕ ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ .....	287
<b>Крылова Е. Г.</b> ФЛОРА РЕКИ КОРОВКИ В УРБАНО- И СУБУРБАНОЗОНАХ .....	292
<b>Кузьмин Е.В.</b> СКОРОСТЬ ЗАКАПЫВАНИЯ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В УСЛОВИЯХ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ .....	297
<b>Курбатова С.А., Ершов И.Ю.</b> ХИЩНЫЕ РАСТЕНИЯ И ИХ ЖЕРТВЫ В ВОДОЕМАХ ЯРОСЛАВЛЯ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ .....	302
<b>Лазарева О.Л.</b> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГАСТЕРОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ .....	307
<b>Липтева Н.А., Курбатова С.А.</b> ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ (БАКТЕРИЙ, ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНА) В БАССЕЙНЕ РЕКИ КОТОРОСЛЬ .....	312
<b>Лукьяненко В.И., Аршаница Н.М., Васильев А.С.</b> НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ИХТИОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ РЫБ И КАЧЕСТВА ВОДЫ ВЕРХНЕВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ НА ТЕРРИТОРИИ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	318

**Актуальные проблемы экологии Ярославской области**

*Материалы Четвёртой научно-практической  
конференции*

---

Подписано в печать 07.05.08.  
Формат 60X84 1/16. Бумага белая. Печать ризографическая.  
Гарнитура Таймс. Тираж 250 экз.