

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ РЕКИ КАЗАНКА В ГОРОДЕ КАЗАНИ И РАЗРАБОТКА КОМПЕНСАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Н. М. Мингазова, *д. б. н., профессор,*
зав. лабораторией Казанского
(Приволжского) федерального
университета (КПФУ),
nmingas@mail.ru.

О. Ю. Деревенская, *к. б. н.,*
ст. научн. сотр. КПФУ,
oderevenskaya@mail.ru,

С. Г. Мухачев, *к. т. н., доцент*
Казанского государственного
технологического университета,
nmingas@mail.ru,

Э. Г. Набеева, *к. б. н.,*
научн. сотр. КПФУ,
n_levira@mail.ru,

О. В. Палагушкина, *к. б. н.,*
ст. научн. сотр. КПФУ,
opalagushkina@mail.ru,

Е. Н. Унковская, *ст. научн. сотр.*
Волжско-Камского государственного
природного биосферного заповедника,
l-unka@mail.ru,

Н. Р. Заринова, *инженер КПФУ,*
gut_medi@mail.ru

Проведены комплексные исследования реки Казанка в г. Казани по физико-химическим показателям, фито-, зоопланктону, зообентосу, оценено качество воды. Выявлены основные источники загрязнения и эвтрофирования. Разработан комплекс компенсационных мероприятий, направленных на снижение ущерба окружающей среде, причиненного засыпкой части поймы и акватории реки и последующим строительством спортивных объектов.

Complex researches of Kazanka River on physical and chemical parameters, fitoplankton, zooplankton, and zoobenthos are conducted, quality of water is estimated. The basic sources of pollution and eutrophication of river are revealed. The concept of biological rehabilitation of river is developed.

Ключевые слова: водные экосистемы, мониторинг, ущерб, восстановление.

Key words: water ecosystems, monitoring, damage, rehabilitation.

Проблема сохранения и рационального использования природных ресурсов становится все более актуальной. Качество воды в реках России и Татарстана за последние десятилетия существенно ухудшилось. Площади участков живой природы на территориях крупных городов сокращаются с каждым годом, ценные природные участки застраиваются. Это может привести к существенному ухудшению качества среды и негативно отразится на здоровье населения. Поэтому строительство или реконструкция хозяйственных объектов должны сопровождаться компенсационными мероприятиями, направленными на уменьшение ущерба, нанесенного окружающей среде, причем проведенными в том же районе и населенном

пункте, где осуществлялось воздействие. В настоящее время примеров разработки и осуществления мероприятий немного. В связи с этим, определенный интерес представляет комплекс компенсационных мероприятий, разработанный в г. Казани.

В 2009 г. в Казани было принято решение о строительстве Футбольного стадиона и Дворца водных видов спорта в пойме р. Казанка для проведения Универсиады в 2013 г. и Чемпионата мира по футболу в 2018 г. Исторически сложилось так, что устье реки оказалось в центральной части г. Казани. Новые земли под застройку было решено создать путем замыыва поймы и части акватории реки. В ходе подготовки площадки под строительство спортивных объектов был запланирован и осу-

пествлен намыв песка на площади более 80 га.

Река Казанка — левый приток р. Волга. Вода реки используется для удовлетворения нужд различных отраслей народного хозяйства. Нижнее течение р. Казанка находится в подпоре Куйбышевского водохранилища и превратилось в широкий залив. Сама река — ценный природный объект, памятник природы республиканского значения (до входа в город). Пойменный ландшафт правого берега р. Казанка включал в себя волно-болотные угодья (заливы и протоки), заливные луга с пойменными озерами, пойменные леса. Пойма реки осуществляет функции регуляции микроклимата в этом районе города; обеспечивает разнообразие городской среды; является местом произрастания и обитания редких видов растений и животных, в том числе занесенных в Красные книги РФ и РТ; выполняет функции естественного биофильтра, биодegradации загрязняющих веществ; является рекреационной зоной и местом отдыха местных жителей и др. Заливы, мелководья и протоки в пойме р. Казанка — места биофильтрации, нереста и нагула частиковых рыб.

Целью настоящих исследований было проведение комплексного мониторинга состояния р. Казанка в условиях усиливающегося антропогенного воздействия и разработка компенсационных мероприятий.

Мониторинг р. Казанка (в ее нижнем течении) включал изучение физико-химических показателей воды, фитопланктона, зоопланктона, зообентоса, а также выявление природной ценности реки и ее поймы. Изучение состояния р. Казанка по физико-химическим показателям проводилось в 2002—2010 гг. При анализе использовались протоколы результатов химических анализов проб воды, выполненных организациями, отвечающими за государственной (УГМС РТ) и природоохранной контроль (ЦИСИАК Минэкологии РТ), а также фондовые материалы лаборатории оптимизации водных экосистем КФУ и литературные данные. Планктонные организмы исследовали в период с 1999 по 2010 г., зообентосные — в 1999 г., 2003 г., 2007 г. и в 2009—2010 гг. Пробы фито-, зоопланктона и зообентоса отбирали с различной периодичностью: один

раз в сезон (весна, лето, осень) или многократно в летний период. Пробоотборы и дальнейшая камеральная обработка выполнены по стандартным методикам [1, 2].

Результаты исследований

Физико-химические показатели. Вода р. Казанка в верхнем и среднем течении сохраняет постоянную температуру по всей своей толще вследствие хорошего перемешивания и малых глубин. В нижнем течении на участке подпора отмечается стратификация воды по температуре. С верховьев реки течением приносится большое количество взвешенных веществ, что обуславливает относительно низкую прозрачность воды (0,22—1,5 м).

Минерализация и ионный состав реки подвержены весьма значительным колебаниям, меняются по длине реки, возрастают от верхнего течения к низовью реки [3]. В устьевой части р. Казанка отличается весьма высокой минерализацией воды — 1500—1700 мг/л, тип воды — сульфатно-кальциевый. Высокое содержание сульфатов обуславливается разгрузкой подземных вод с территории Вятского Увала, а также поступлением соленых вод притоков. Высокая концентрация растворенных солей подтверждается значениями электропроводности, составляющими 1090—1305 мкС/см в летний период и 1565—1570 мкС/см осенью. Величина общей жесткости воды в р. Казанка составила 9,9—19,6 ммоль/дм³ (категории «жесткая» и «очень жесткая вода»).

Водородный показатель на протяжении всего периода исследований на всех участках оставался нейтральным. Концентрации растворенного в воде кислорода в летнее время соответствовали высокоэвтрофным водоемам. В поверхностных слоях его содержание достигало 22,6—24,8 мг/дм³ (315—350 % насыщения), что было следствием диффузии и фотосинтетической деятельности фитопланктона. В придонном слое отмечался дефицит кислорода, его содержание составляло лишь 0,2 мг/л (2 % насыщения), вызванный окислением органических веществ.

Содержание легкоокисляемого органического вещества, оцененное по величине биохимического потребления кислорода БПК₅, составляло 6,92—12,72 мгО/дм³, что превышало ПДК в 3,5—6,5 раза. Вели-

чина химического потребления кислорода (ХПК), характеризующая содержание трудноокисляемого органического вещества, изменялась от 9,5 до 181 мгО/дм³, превышала ПДК в 3,7–6,0 раз. Такие высокие значения, скорее всего, вызваны поступлением неочищенных коммунальных сточных вод.

Содержание соединений биогенных элементов незначительно превышало ПДК. Содержание азота, выраженное по аммонийному иону, изменялось в пределах 0,07–1,35 мг/дм³. Превышений ПДК по нитритам и нитратам не наблюдалось. Содержание фосфатов находилось в пределах ПДК.

Вследствие сброса сточных вод промышленных и коммунальных предприятий и ливневой канализации идет обогащение вод реки токсичными соединениями органической и неорганической природы: нефтепродуктами, СПАВами, фенолами, тяжелыми металлами. В течение 1996–2000 гг. в воде р. Казанки в пределах городской черты наблюдались превышения допустимых концентраций фенола (1,5–2,5 ПДК), нефтепродуктов (до 2 ПДК), анионогенных поверхностно активных веществ (до 10 ПДК) [3]. В 2007–2010 гг. в воде реки не отмечалось значительных концентраций загрязняющих веществ. Концентрации АПАВ и нефтепродуктов находились в пределах допустимых норм, но отмечались превышения ПДК содержания тяжелых металлов. Наибольший вклад в загрязнение вносили медь, марганец, железо, превышающие ПДК от 1,2 до 2, 6 раз.

Таким образом, вода р. Казанка в нижнем течении загрязнена. По индексу загрязнения воды ИЗВ₆ преобладающим является четвертый класс качества («загрязненные воды»). Вода из придонных слоев по ИЗВ иногда оценивалась как «чрезвычайно грязная». В соответствии с эколого-санитарной классификацией качества поверхностных вод, качество воды в р. Казанка в разные периоды изменялось от «достаточно чистых» до «слабо загрязненных», с ухудшением оценки в придонных слоях воды.

Фитопланктон. В составе фитопланктона р. Казанка в черте г. Казани и Приказанье было выявлено 196 таксонов рангом ниже рода, принадлежащих восьми

отделам. В видовом составе преобладали зеленые (33,7 % от общего числа таксонов) и диатомовые водоросли (32,6 %), в меньшей степени были представлены эвгленовые (13,2 %), сине-зеленые (9,2 %), золотистые (5,1 %) криптофитовые и динофитовые (по 2,6 %), желто-зеленые водоросли (0,5 %). Численность фитопланктона изменялась от 0,282 до 679,973 млн кл./л., биомасса — от 0,183 до 184,41 мг/л.

В доминирующий комплекс видов из диатомовых водорослей входили *Aulacoseira italica* (Kütz.), *Cocconeis placentula* Ehr., *Cyclotella radiosa* (Grun.) Lemm., *C. meneghiniana* Kütz., *Cymatopleura solea* (Bréb.) W.Sm., *Gomphonema olivaceum* (Lyngb.) Kütz., *Melosira varians* Ag., *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Sm., *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *Surirella linearis* W.Sm., *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr., из зеленых *Carteria globosa* Korsch., виды рода *Chlamydomonas*, *Coelastrum microporum* Näg., *Phacotus lenticularis* (Ehr.) Stein, *Pandorina morum* (O.F.Mull.) Bory, *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb., из эвгленовых *Euglena viridis* Ehrb., из сине-зеленых *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Breb., *A. scheremetievi* Elenk., *Oscillatoria limnetica* Lemm., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Microcystis aeruginosa* Kutz.emend. Elenk, из динофитовых — виды рода *Peridinium*, из криптофитовых — *Cryptomonas ovata* Ehr.

Изучение сезонной динамики фитопланктона показало преимущественное доминирование в видовом составе в подледный период диатомовых водорослей. В структуре весеннего фитопланктона реки также сохраняется преобладание диатомовых. При дальнейшем прогреве водных масс в условиях периодически возникающей термической стратификации к диатомовым добавляются массовые виды зеленых водорослей. Синезеленые обычны для весеннего планктона, но в состав доминантов не входят. В летний период отмечается наибольшее видовое богатство и максимальное количественное развитие фитопланктона, при этом доминирует комплекс водорослей с преобладанием диатомовых и зеленых, субдоминантами выступают сине-зеленые и эвгленовые водоросли. В летне-осенний период массовое развитие видов родов *Aphanizomenon*, *Anabaena*, *Microcystis* часто вызывает «цветение» воды. По уровню биомассы и индексу

трофности различные участки р. Казанки за годы исследований характеризуются статусом от олиготрофного до гипертрофного, классами качества воды «чистая» — «грязная», разрядами — «очень чистая» — «предельно грязная», бета-мезосапробной зоной.

Зоопланктон. Зоопланктон р. Казанка за период исследований был представлен 95 видами, из них коловраток — 36 (38 %), ветвистоусых ракообразных — 40 (42 %), веслоногих — 19 (20 %). Наиболее богато были представлены ветвистоусые ракообразные. Доминирующий комплекс обычно образуют коловратки р. *Asplanchna*, *Brachionus calyciflorus* Pallas, ветвистоусые *Bosmina longirostris* (O. F. Muller). Наибольшего развития зоопланктон достигает в начале лета, в это же время в сообществе отмечается самое большое число видов.

Количественные показатели зоопланктона сильно изменялись, в зависимости от времени и участка отбора проб. Численность на протяжении вегетационного периода менялась в диапазоне от 2 до 8042 тыс. экз./м³, биомасса — от 0,2 до 13,6 г/м³. Пик численности зоопланктона обычно приходится на начало июня. В начале мая и в сентябре—октябре по численности обычно преобладают веслоногие ракообразные, в конце мая и в июне—июле — коловратки или ветвистоусые ракообразные. По биомассе обычно преобладают коловратки и ветвистоусые ракообразные.

Значения индекса сапробности на протяжении всего периода исследований были относительно высокими (1,8—2,2), что свидетельствует о загрязненности водотока органическими веществами. По величине индекса сапробности вода в реке характеризуется по качеству как умеренно загрязненная. Индексы видового разнообразия Шеннона изменялись на разных станциях от 0,7 до 2,8 бит/экз., но в основном были низкими, что говорит о несбалансированности сообщества, концентрации доминирования.

Зообентос. За период наблюдений в литоральной зоне устьевой части р. Казанки был выявлен 31 вид и форма беспозвоночных, среди которых преобладают личинки хирономид и моллюски. В зарослях растений и на заиленных грунтах обычны пелофитофильные виды хирономид, олигохет, клопов и жуков. Основной вклад в об-

щую численность литорального зообентоса в устьевой части Казанки вносят двукрылые, представленные преимущественно личинками хирономид (51 %), а в общую биомассу — моллюски (78 %).

Общая численность зообентоса по сезонам и станциям изменялась от 13,0 до 975,0 экз./м², биомасса — от 0,26 до 14,9 г/м². В последние годы произошло увеличение биомассы зообентоса за счет увеличения численности легочных моллюсков, что характерно для застойных участков реки.

По численности доминировали *Nais pseudoobtusata* из группы олигохет, биомассе *Polypedium nubeculosum* из группы хирономид, *Cryptochironomus* gr. *defectus*, *Chironomus semireductus*, *Endochironomus tendens* (33 экз./м²; 0,2 г/м²), *Glyptotendipes barbipes*, сляней *Chrisops rufipes*, *Limnodrilus hoffmeisteri* из семейства Tubificidae.

В глубоководной части устьевой зоны р. Казанка обнаружено 23 вида и форм, из них 11 видов — личинки хирономид, 6 — олигохеты, по 2 вида дрейссен и бокоплавов. Средние значения численности высоки (2544,4 экз./м²). По численности доминируют олигохеты и личинки хирономид. Биомасса в среднем составляла 9,3 г/м², преобладали также олигохеты и личинки хирономид. Минимальное разнообразие зообентоса характерно для глубоководных участков реки с илистым грунтом, максимальное — для литоральных сообществ.

По величине индекса сапробности устьевой участок р. Казанка относится к α -мезосапробной зоне загрязнения, здесь же выявлены минимальные величины индекса разнообразия Шеннона (1,1—1,6 бит/экз.), биотический индекс Вудивиса равен 2, что соответствует грязным водам, по величине олигохетного индекса (60 %) — загрязненным водам.

Ихтиофауна. Река Казанка — водоток с достаточно богатой и разнообразной ихтиофауной, относится к рыбохозяйственным водоемам 1-й категории. В реке встречается около 30 видов рыб, из которых большинство относится к семейству карповых. Наиболее распространены следующие представители этого семейства: лещ, густера, плотва, язь, укляя, синец и сазан. Весьма многочисленны также щука (отр. щукообразные) и рыбы из семейства окуневых (отр. окунеобразные) (рис. 3-Б) —

судак, берш, окунь, ерш. Наибольшее промысловое значение имеют лещ, густера, сазан, плотва, окунь и щука [3].

Состояние рыбных запасов во многом определяется эффективностью воспроизводства, которая зависит от успешности нереста рыб и дальнейшего выживания их молоди, особенно на ранних этапах развития [4]. Существование нерестилищ, их использование требуют наличия комплекса факторов, многие из которых видоспецифичны. В зарегулированных водоемах площади нерестилищ определяются уровнем воды, наличием субстрата для икротетания, течения и связанных с этим кислородных условий, возможностей доступа производителей [5, 6].

На исследуемом участке основу уловов молоди рыб, как одного из показателей эффективности размножения и качественного состава рыб, составляли представители фитофильной экологической группы рыб [3]. Эти виды нерестятся преимущественно на небольшой глубине, на залитой растительности. Правобережье устьевой части р. Казанка изобиловало мелководными участками, зарастающими воздушно-водной и погруженной растительностью, выполняющей роль субстрата при икротетании и служащей убежищем для молоди рыб.

В пойме р. Казанка и ее акватории за 2007—2010 гг. выявлено 39 видов растений и животных, занесенных в Красную книгу РТ и ее приложение. Из них 17 видов растений (ужовник обыкновенный, шелковник волосистый, касатик сибирский, тайник яйцевидный, пальчатокоренник кровавый, пальчатокоренник мясокрасный, уруть колосистая, уруть мутовчатая и др.) и 22 вида животных (камышница, сова ушастая, сова болотная, лунь полевой, лунь луговой, орлан-белохвост, краснобрюхая жерлянка, жаба серая, тритон гребенчатый, горностай, водяной скорпион и др.). Места обитаний видов, занесенных в Красную Книгу РТ, подлежат охране в соответствии с действующим законодательством. При строительстве объектов Универсалы часть мест обитания попала в зону застройки. Нанесение значительного экологического ущерба необходимо восполнить компенсационными мероприятиями.

Таким образом, проведенные комплексные исследования р. Казанка позволяют сделать вывод о том, что река и ее пойма представляли собой устойчивую природную экосистему, хотя отдельные антропогенные факторы оказывают на нее существенное отрицательное воздействие.

Принципы реабилитации природного комплекса побережья и предложения по компенсационным мероприятиям. Побережье р. Казанка в нижнем ее течении использовалось в хозяйственных целях в течение столетий. Природные ландшафты в условиях антропогенного воздействия, как правило, быстро деградируют. Негативное воздействие на природные комплексы, особенно внутри городских агломераций, определяется целым рядом причин: общим уровнем сознания населения; соотношением ценностей представителей администрации и бизнеса; непониманием вторичной (зависимой) стоимости материальных благ, созданных трудом, перед благами, созданными природой; отсутствием стоимостной оценки природных благ в форме дифференциальной ренты, соответствующей величине замыкающих затрат, т. е. затрат на полное восстановление природного объекта; отсутствием подзаконных актов, гарантирующих безусловное соблюдение прав будущих поколений на те же природные блага, какими обладали предшествующие поколения людей; ведением работ без проектов и без соблюдения установленных процедур оформления документации и многими другими причинами.

Но тем не менее в городах нередко создаются особые условия для относительно безопасного существования ряда видов растений и животных, прежде всего птиц, так как их поведение также изменяется, позволяя приспособиться к городской среде [7]. Поэтому, если в результате строительных работ ожидается нанесение ущерба природной среде, необходимо включение в проектную документацию и последующее осуществление компенсационных мероприятий.

При определении необходимых работ по экологической реабилитации нарушенных природных территорий в пойме р. Казанка необходимо руководствоваться рядом принципов, вытекающих из требований обеспечения качества воды в реке и

функционирования экологического каркаса города. Компенсационные мероприятия были разработаны исходя из следующих принципов: обеспечения режима проточности; максимального сохранения мест обитания или создания требуемых условий на новых участках; сохранения и увеличения биоразнообразия видов растений и животных.

Обеспечение режима проточности подразумевает сохранение и углубление проток между островами, ручьев, осуществляющих естественный дренаж территории. Проточность обеспечивает естественную аэрацию воды, способствует ускорению процесса самоочищения. Принцип максимального сохранения мест обитания и создания подходящих условий на новых площадях подразумевает, в первую очередь, создание мест нереста фитофильных видов рыб. Популяции именно этих видов рыб наиболее пострадали вследствие замыва мелководий. Принцип сохранения и увеличения биоразнообразия видов растений и животных подразумевает, что преобразование акватории и территории побережья должно не только не снижать, но, наоборот, повышать биоразнообразие природной системы. Восстановление озер, ручьев, проток, побережья позволит провести работы по искусственному созданию утраченных экологических систем и в перспективе к возможному введению редких видов растений в практику городского озеленения.

В качестве компенсационных мероприятий предлагается:

1. Рекреационное обустройство парковых зон в пойме р. Казанка, общей площадью примерно 80 га.

2. Расчистка русел реки и, частично, проток. Очистка акватории реки и береговой полосы от хозяйственно-бытового и строительного мусора, изъятие загрязненных донных отложений, замещение их чистым речным песком, гравием и галькой. Укрепление берегов в местах интенсивных эрозионных процессов при помощи современных биоинженерных методов.

3. Расчистка и воссоздание пойменных озер, пропуск вод через дамбы на пойменные территории.

4. Аэрация воды в протоках и реке.

5. Проведение биологической рекультивации поймы (инвентаризация, охрана и восстановление перестелиц, зарыбление реки, биологическая рекультивация почв, нарушенных при проведении строительных работ и др.).

6. Компенсационное озеленение берегов р. Казанка на близлежащих территориях, создание новых парковых зон.

Осуществление комплекса мероприятий позволит частично скомпенсировать ущерб, причиненный природной среде в ходе строительства спортивных сооружений, поддерживать качество воды в реке на прежнем уровне, частично сохранить экологические функции, выполняемые поймой реки в г. Казани.

Библиографический список

1. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. — Л.: ГосНИОРХ-ЗИН АН СССР, 1982. — 33 с.
2. Руководство по методам биологического анализа поверхностных вод и донных отложений [под ред. В. А. Абакумова]. — Л.: Гидрометеониздат, 1983. — 240 с.
3. Экология города Казани. — Казань: изд-во «Фен» АН РТ, 2005. — 576 с.
4. Кузнецов В. А. Особенности воспроизводства рыб в условиях зарегулированного стока. — Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1978. — 159 с.
5. Кошелев Б. В. Экология размножения рыб. — М.: Наука, 1984. — 307 с.
6. Федосеев О. Н. Роль мелководных экосистем в воспроизводстве рыбных запасов Кулбашевского водохранилища: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Казань, 1995. — 20 с.
7. Байдерин В. Болота Казани — резерваты дичи / В. Байдерин // Охота и охотничье хозяйство. — 1992. — № 2. — С. 8—10.



ЭКОЛОГИЯ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ
ТЕРРИТОРИЙ

Ecology of Urban Areas

Журнал издается при поддержке
Московского государственного строительного университета

№2, 2013