

УДК 591.524.11

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОГО И ЗООГЕННОГО ФАКТОРОВ НА ЗООБЕНТОС МАЛЫХ РЕК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

О.Н. Туманов, Л.Ф. Галанцева

Аннотация

Выполнен сравнительный анализ структуры макрозообентоса малых рек Чистопольского района Республики Татарстан, подверженных загрязнению промышленными и сельскохозяйственными стоками, и р. Сер-Булак, расположенной на территории Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника, находящейся под влиянием зоогенного фактора (жизнедеятельности бобра). Выявлены существенные различия в видовом составе и количественных показателях зообентоса рек. Отмечено, что под воздействием антропогенного фактора наблюдается резкое снижение количественных показателей и индексов разнообразия зообентоса. При этом воздействие носит постоянный и однонаправленный характер. Влияние зоогенного фактора – жизнедеятельности бобра – носит неоднозначный характер, что определяет как ухудшение условий существования зообентоса, так и улучшение в определенные периоды.

Ключевые слова: реки, загрязнение, бобры, пруды, зообентос, антропогенный фактор, зоогенный фактор, Республика Татарстан.

Введение

Отечественные и зарубежные исследователи уделяют большое внимание экологическим проблемам наименее изученного и самого многочисленного класса водных объектов – малым рекам, которые нередко подвергаются неконтролируемому антропогенному загрязнению [1]. Однако наряду с воздействием человеческой деятельности на экосистемы малых рек в ряде регионов России все значимее становится влияние зоогенного фактора – жизнедеятельности бобра [2, с. 7–9]. В результате таких воздействий на малых реках радикально изменяются их гидрологический и гидрохимический режимы, происходят значительные перестройки сообществ гидробионтов.

В силу целого ряда обстоятельств малые реки давно стали модельными объектами экологических исследований. Исследования были проведены на малых реках Чистопольского района Республики Татарстан (реки Килевка, Прость, Берняжка, Ерыклы, Ржавец и Толкишка) и на территории Раифского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника (ВКГПБЗ) (река Сер-Булак).

Цель работы – сравнительный анализ влияния антропогенного и зоогенного факторов на зообентос малых рек Чистопольского района Республики Татарстан (РТ) (антропогенное воздействие) и Раифского участка ВКГПБЗ (воздействие

бобра). Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: оценить видовой состав и структуру, численность и биомассу зообентоса, а также качество воды в указанных реках.

1. Материал и методы исследования

Для оценки влияния антропогенного воздействия рассматриваются реки Килевка, Берняжка, Ржавец, Ерыклы, и Толкишка, выбор которых обусловлен наличием сильного антропогенного воздействия на них. Например, на площади водосбора р. Ерыклы имеются диффузные источники загрязнения, а именно СПК «Юлдуз», сельскохозяйственные угодья и садоводческие общества. Реки Берняжка и Ржавец протекают по территории города и являются коллекторами сточных вод (рис. 1).

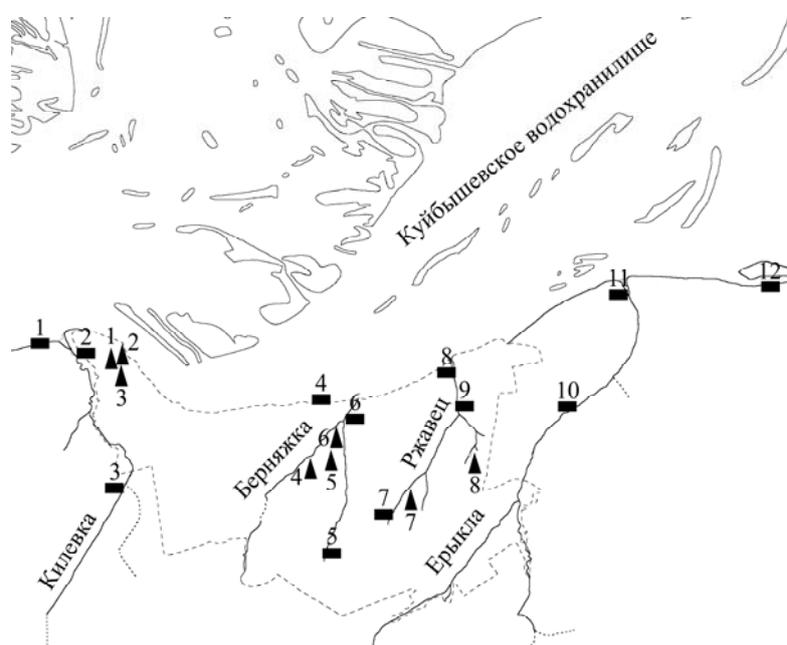


Рис. 1. Карта-схема расположения рек на территории г. Чистополя: ■ – станции на реках, ▲ – родники (пунктиром обозначена граница города)

Р. Килевка. Река начинается в пригородной зоне, а устье – на западной окраине г. Чистополь. Длина водотока – 5.9 км. Бассейн ручья в основном занят сельскохозяйственными угодьями коллективно-фермерских хозяйств. Река протекает мимо городских очистных сооружений, коллективных садоводческих товариществ, ОАО «Чистопольский хлебозавод», ОАО «Чистопольский элеватор», где и впадает в Куйбышевское водохранилище.

Р. Берняжка впадает в р. Кама (Куйбышевское водохранилище) в районе городского пляжа. Длина реки – 3.2 км. Один из истоков Берняжки располагается за чертой города, другой исток р. Берняжки берет начало уже в черте города. Далее притоки сливаются, и р. Берняжка впадает в р. Прость. Необходимо отметить, что в р. Берняжку впадает три родника, что обуславливает некоторые особенности в распределении зообентоса.

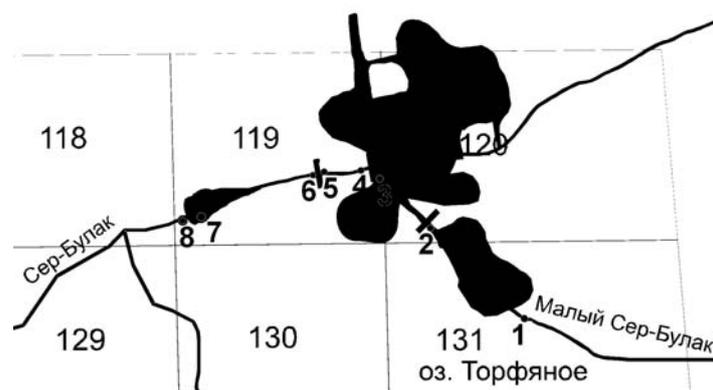


Рис. 2. Карта-схема места обследования р. Сер-Булак (ВКГПБЗ)

Р. Ржавец берет начало двумя истоками на юго-востоке Чистополя. Три ручья из родников образуют один небольшой приток, впадающий в верховье р. Ржавец. Далее р. Ржавец впадает в р. Кама. Длина реки – 3.3 км.

Р. Ерыклы берет начало около с. Чистопольские Выселки. В пределах г. Чистополя Ерыклы протекает по его юго-восточной окраине, близ таких предприятий, как «Чистопольгазстрой», Чистопольский РайПО и Чистопольская инкубаторно-птицеводческая станция. Впадает в р. Кама около с. Змеево.

До строительства Куйбышевского водохранилища существовала **р. Прость**, которая начиналась близ устья р. Шешма, протекала мимо д.д. Четырчи, Четырчи Третьи, Булдырь и с. Змеево, затем впадала в Каму близ затона «Чистопольский», то есть на 1509 км от истока последней. В Прость, в свою очередь, впадали малые реки Ржавец, Берняжка, Ерыклы и ряд родников. На сегодняшний день р. Прость затоплена, и лишь рядом с н.п. Змеево (ЛОК «Раздолье») ярко выражается береговая линия реки. Здесь ширина ее достигает до 175 м, глубина – до 9 м.

Р. Толкишка (левый приток р. Шешмы) проходит через Чистопольский район. Длина реки достигает до 49 км. Площадь водосбора – 527 км² [3, с. 256–258]. Имеет 10 притоков общей протяженностью в 15.3 км [4, с. 362–363].

Всего на малых реках Чистопольского района РТ в весенне-летний период (с 6 мая по 7 июля 2007 г.) было отобрано 22 пробы.

Для оценки зоогенного влияния рассмотрена малая река Сер-Булак, расположенная на территории Раифского участка ВКГПБЗ. Ряд участков этой реки зарегулирован плотинами бобров. На реке Сер-Булак пробы отбирали с 8 станций, отличающихся по своим морфометрическим и гидрологическим характеристикам: в бобровых прудах, выше и ниже по течению (рис. 2). Всего в течение вегетационного периода (с 19 мая по 18 августа 2007 г.) была отобрана 31 проба. В работе также были использованы данные, полученные в результате анализа структур макрозообентоса р. Сумка и р. Сер-Булак в предыдущие годы [5].

Станция 1. Контрольный участок закрытой экспозиции, не измененный жизнедеятельностью бобров. Расположен в русле ручья Малый Сер-Булак, выше плотины на 50–70 м. Это узкий ручей, который через 10–15 м образует широкий разлив. В течение вегетационного периода показатели станции сильно изменяются, так как количество воды в ручье сильно зависит от атмосферных

осадков. Весной после половодья вода прозрачная, течение умеренное. Летом течение прекращается, водная гладь обильно покрывается ряской. Осенью уровень воды падает, количество ряски на поверхности воды резко уменьшается. В 2005 г. наблюдали значительное уменьшение количества воды в ручье – это было обусловлено тем, что бобер покидал свое жилище ниже по течению (станция 2). Дно представляет собой крупнозернистый ил.

Станция 2. Небольшая плотина, также в русле ручья Малый Сер-Булак, участок открытой экспозиции. Местность болотистая, поверхность воды обильно покрыта ряской, вода имеет резко выраженный гнилостный запах. Донные отложения – тонкий ил, детрит.

Станция 3. Третья станция находится на месте слияния ручья Малый Сер-Булак с руслом р. Сер-Булак. Это относительно крупный водоем открытой экспозиции, образован зарегулированием стока крупной плотиной бобров, расположенной в непосредственной близости от места отбора проб. Эта станция обладает относительно высокой динамичностью, вызванной жизнедеятельностью бобров. Так, уровень воды и количество ряски на протяжении вегетационного периода постоянно менялись, в мае и октябре уровень воды достигал максимальной отметки, что, как правило, вызывало течь плотины. Следствием этого являлся вынос ряски и гидробионтов через плотину. Цвет воды – коричневатый. Дно представляло собой затопленную растительность. В месте отбора проб течение слабое. Выше 10–5 м от места взятия проб находилась крупная хатка бобров.

Далее р. Сер-Булак представляет собой каскад бобровых прудов. **Станция 4** – ниже вышеназванной плотины, **станция 5** – бобровый пруд ниже по течению, образованный небольшой плотиной. **Станция 6** – участок ниже этой плотины. В июне 2007 года плотина на этом участке реки была затоплена, таким образом, бобровый пруд прекратил свое существование. Подтопление этого участка было связано с образованием крупной подковообразной плотины ниже по течению. **Станция 7** – бобровый пруд выше этой плотины, **станция 8** – участок реки после плотины.

Пробы отбирали в соответствии с общепринятыми методами [6, с. 12–15] с помощью ручного сачка. В работе использовали широко применяемые в гидробиологии показатели и индексы зообентоса [7, с. 18–22]:

Индекс разнообразия Шеннона (H , бит/экз.), отображающий как видовое разнообразие, так и выравненность относительной численности видов в сообществе:

$$H = \sum p_i \log p_i,$$

где $p_i = n_i/N_i$, n_i – число особей вида, N_i – общее число видов в биоценозе

Индекс видового богатства сообщества (d), основанный на учете числа видов в отдельных пробах к количеству особей:

$$d = S/\sqrt{N},$$

где S – число видов, N – число особей в пробе. По совокупности проб можно сделать вывод о видовом богатстве в сообществе.

Индекс выравненности или эквитабельности, отражающий распределение по видам:

$$e = H / \log_2 N,$$

где H – индекс Шеннона, N – численность особей в пробе. Чем выше величина индекса, тем равномернее распределены особи по видам.

Индекс сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека [8, с. 12–13; 9, с. 34–58], оценивающий степень насыщенности воды разлагающимися органическими веществами:

$$S = \sum(sh) / \sum h,$$

где h – относительная частота встречаемости гидробионтов, s – индикаторная значимость. Индикаторную значимость и зону сапробности определяют для каждого вида зообентоса по спискам сапробных организмов [10].

2. Результаты и их обсуждение

В фауне зообентоса рек Чистопольского района РТ выявлено 44 таксона рангом вида и выше. Наибольшие значения индекса биологического разнообразия (2.22) и индекса Шеннона (2.74 бит/экз.) были получены для низовий р. Ржавец, на участке впадения в р. Каму, что обусловлено эффектом классического экотона, образованного слиянием двух рек. На исследуемом участке р. Ржавец был обнаружен клоп – водяной скорпион *Nepa cinerea*, занесенный в Красную книгу РТ.

Табл. 1

Средние значения основных показателей и индексов зообентоса малых рек Чистопольского района Республики Татарстан

Река	Идекс Шеннона (бит/экз.)	Индекс видового богатства	Индекс выравненности	Индекс сапробности
Килевка	0.85 ± 0.47	0.91 ± 0.12	0.2 ± 0.12	2.31 ± 0.48
Прость	1.66 ± 0.86	1.13 ± 0.15	0.35 ± 0.17	2.04 ± 0.15
Берняжка	1.85 ± 0.18	1.35 ± 0.17	0.53 ± 0.07	1.97 ± 0.14
Ерыкла	1.99 ± 0.26	1.57 ± 0.38	0.62 ± 0.16	2.05 ± 0.11
Ржавец	1.38 ± 0.35	1.21 ± 0.25	0.39 ± 0.09	2.15 ± 0.06
Толкишка	0.97 ± 0.34	0.87 ± 0.13	0.3 ± 0.11	1.83 ± 0.12

Выше по течению этой же реки можно было наблюдать совершенно противоположную картину – низкие показатели как индекса Шеннона, так и индекса видового богатства. Наиболее угнетенной является р. Килевка, отличающаяся низкими значениями индексов Шеннона, видового богатства и выравненности на протяжении всего периода исследования. В июне 2007 г. было зафиксировано наибольшее значение индекса сапробности по системе Пантле и Букка (3.23), что относит этот водоем к α -мезосапробной, ближе к полисапробной зоне загрязнения [11, с. 6–7]. Более благоприятная ситуация наблюдается только на р. Берняжка, что связано с влиянием 3 родников, подпитывающих эту реку и обеспечивающих стабильные показатели всех индексов зообентоса на протяжении всего периода исследования. Низкие средние значения индексов Шеннона,

видового богатства, выравненности и сапробности р. Толкишка (табл. 1) обусловлены прежде всего сильной антропогенной нагрузкой со стороны сельскохозяйственных угодий.

Доминирующая группа зообентоса на всех исследованных участках – хирономиды, на долю которых в р. Ерыклы приходилось 92% численности всего зообентоса, что свидетельствует о низком видовом разнообразии зообентоса малых рек данного региона. Лишь на р. Берняжка наблюдается более равномерное распределение по группам зообентоса. В целом, анализируя полученные данные, можно сделать вывод о неблагоприятных условиях для существования макрозообентоса. Сильная антропогенная нагрузка на малые реки Чистопольского района обусловила низкое видовое разнообразие и высокую сапробность этих водотоков. Наиболее угнетены малые реки, протекающие в черте г. Чистополя и являющиеся коллекторами сточных вод различных промышленных предприятий. Непростая ситуация обстоит с малыми реками, расположенными за чертой города, испытывающими сильную нагрузку со стороны агропромышленного комплекса. Тем не менее в результате грамотной экологической мелиорации (восстановления родников, подпитывающих реки, запрета сброса сточных вод), учитывая высокий самоочистительный потенциал некоторых рек (например, р. Берняжка), можно добиться положительных результатов в краткосрочный период.

В прибрежной зоне участка р. Сер-Булак выявлено 52 таксона макрозообентоса. Средние значения основных показателей и индексов зообентоса исследованных станций приведены в табл. 2.

Табл. 2

Средние значения основных показателей и индексов зообентоса по станциям р. Сер-Булак (ВКГПБЗ)

Станция	Индекс Шеннона (бит/экз.)	Индекс видового богатства	Индекс выравненности	Индекс сапробности
1	2.38 ± 0.27	1.32 ± 0.26	0.43 ± 0.07	3.07 ± 0.19
2	1.37 ± 0.45	1.53 ± 0.17	0.76 ± 0.19	2.69 ± 0.3
3	2.34 ± 0.47	1.53 ± 0.35	0.52 ± 0.13	2.42 ± 0.18
4	2.61 ± 0.25	1.44 ± 0.31	0.43 ± 0.07	2.22 ± 0.08
5, 6	2.09 ± 0.22	1.26 ± 0.04	0.4 ± 0.04	2.24 ± 0.03
7	1.94 ± 0.05	1.38 ± 0.2	0.58 ± 0.13	2.32 ± 0.18
8	1.38 ± 0.09	0.89 ± 0.25	0.24 ± 0.01	2.15 ± 0.07

На фоновом участке выше бобровых плотин (станция 1) обнаружено 11 видов зообентоса. Среднее значение биомассы этого участка составило $141.4 \pm \pm 25.6$ мг, индекса сапробности по системе Пантле и Букка – 3.07 ± 0.19 . Высокий индекс сапробности обусловлен маловодностью этого участка реки. Глубина реки в межень при слабой проточности составляет лишь 15–20 см, что приводит к ограничению жизненного пространства, недостатку убежищ и пищи. На таких участках листовая опад, поступающий в реку осенью, смывается весенним половодьем и дождевыми паводками [1]. Однако необходимо отметить, что жизнь вернулась на этот участок с восстановлением в 2006 г. бобро-

вой плотины ниже по течению. Тогда как до этого был период, связанный с покиданием бобром своего местообитания, когда фоновый участок представлял собой ручеек шириной 10–15 см [12]. Наличие большого количества разлагающегося листового опада обусловило благоприятные условия для развития олигохет и личинок хирономид: *Chironomus plumosus* и *Psectrotanypus varius* были обнаружены практически во всех пробах этого участка реки. Наличие *Ch. plumosus* в пробах свидетельствует о недостатке кислорода в воде.

Бобровый пруд, расположенный ниже по течению (станция 2), претерпевал значительные метаморфозы в течение периода исследований. Как уже было отмечено выше, бобры покидали свои местообитания, забросив и плотину, в результате чего жизнедеятельность зообентоса была нарушена: сократилось количество видов, индексы и показатели зообентоса стали значительно хуже, чем таковые на других участках реки. Возвращение в 2006 г. бобров на этот участок было сопровождено восстановлением плотины, поднятием уровня воды и, как следствие, улучшением условий для существования зообентоса. К примеру, если в 2005 г. средние значения индексов выравненности и видового богатства составили 0.5 ± 0.09 и 1.19 ± 0.13 [13] соответственно, то уже в 2007 г. эти значения стали равны 0.76 ± 0.19 и 1.53 ± 0.17 . В течение вегетационного периода во всех пробах этого участка реки были найдены жуки *Hydrobius fuscipes*, *Haliphus ruficollis* и *Hydroporus palustris*. Среднее значение биомассы зообентоса на этом участке составило 67.8 ± 56.6 мг. Такое высокое значение средней арифметической, видимо, связано с высоким значением биомассы в конце июля, обусловленным наличием в пробе крупного жука *Dytiscus marginalis* массой тела 300 мг.

Представляют интерес данные, полученные в ходе исследования большого бобрового пруда и участка ниже плотины (станции 3 и 4). В бобровом пруду было обнаружено 12 видов зообентоса. Значительна доля нимф Ephemeroptera (до 54% состава фауны), среди которых массовым видом являлись *Cloeon dipterum*, однако в мае доля поденок *Siphonurus aestivalis* оказалась значительнее (до 21.4% от всех видов в пробе). Наличие большого жизненного пространства, обусловленного постройкой плотины, обеспечивает благоприятные условия для жизнедеятельности клопов, среди которых наиболее часто встречались *Plea minutissima* и *Corixa* sp. Бентофауна этого участка представлена исключительно лентическими формами; наличие крупных свободноплавающих форм нектобентоса (отряды Hemiptera и Coleoptera) обуславливает и наивысшие значения биомассы (до 0.6 г и 1.9 г на участках выше и ниже плотины). В целом бобровый пруд характеризуется высокими индексами зообентоса в первую половину вегетационного периода, однако уже с июля заметна тенденция ухудшения условий. Если в мае – июне были зафиксированы высокие показатели индексов Шеннона (до 3.17 бит/экз.), видового богатства (до 2.18), сапробности (до 1.94) и значения биомассы (до 992 мг), то к сентябрю значения этих индексов значительно снизились (индекс Шеннона составил 0.54 бит/экз., видового богатства 0.31, сапробности 2.85). Аналогичная ситуация наблюдается и на участке ниже этой плотины. Такое ухудшение условий обусловлено покиданием бобром своих местообитаний и постройкой крупной подковообразной плотины

ниже по течению (станция 7), что привело к затоплению плотины на описанном участке.

Бобровый пруд, расположенный ниже по течению (станция 5), просуществовал лишь до июня 2007 г. Постройка крупной плотины ниже по течению повлекла за собой резкое поднятие уровня воды и затопление плотины, которая когда-то обеспечивала наиболее стабильные условия для существования зообентоса. В 2005 г. на этом участке реки можно было обнаружить 10 видов зообентоса, средние показатели индексов Шеннона составили 1.92 ± 0.16 бит/экз., видового богатства 1.16 ± 0.11 , выравненности 0.38 ± 0.05 и сапробности 2.17 ± 0.03 [13]. После исчезновения плотины эти показатели практически не изменились: можно также было обнаружить 10 видов зообентоса, средние показатели основных индексов зообентоса остались практически неизменными, заметно лишь незначительное увеличение индекса сапробности. Однако можно выдвинуть гипотезу о том, что в дальнейшем сапробность данного участка будет только расти. В первую очередь, это связано с тем, что плотины несут осадконакопительную роль и снижают темпы заиления водоемов [14].

Крупный бобровый пруд (ширина до 15 м), образованный в начале июля 2007 г. большой подковообразной плотиной (станция 7), как уже было описано, сильно повлиял на существование бентосных сообществ, обитающих выше по течению. В то же время этот участок еще только обживается гидробионтами, о чем свидетельствуют невысокие показатели и индексы зообентоса. Так, на этом участке реки в июне – июле было зафиксировано лишь 4 вида зообентоса, а в сентябре количество встреченных видов увеличилось в 2 раза и достигло 8. Средние показатели основных индексов зообентоса по сравнению с остальными станциями реки Сер-Булак невелики, что обусловлено малым возрастом этого водоема. Начиная со времени постройки плотины наблюдается и стабильный рост биомассы гидробионтов: в июне – 16 мг, в конце июля – 40 мг и в сентябре – октябре – до 73 мг. Во всех пробах этого участка реки зафиксированы пиявки *Helobdella stagnalis*; спустя несколько месяцев после постройки плотины появились личинки хирономид родов *Procladius* и *Anatopynia*.

Похожая ситуация наблюдалась и на участке ниже плотины (станция 8). Здесь было обнаружено 10 видов зообентоса, средние показатели основных индексов зообентоса также невелики. Среднее значение биомассы составило 120.3 ± 26.1 мг. Во всех пробах этого участка р. Сер-Булак представлены личинки *Chaoborus flavicans*, способные выдерживать продолжительный период недостатка растворенного кислорода в воде; личинки рода *Eristalis*, хирономиды рода *Psectroladius*. В целом сформированный бобровый пруд является чрезвычайно интересным объектом исследования влияния жизнедеятельности бобра на зообентос, так как плотина на этом участке реки была построена совсем недавно, и это позволяло проследить формирование данного биоценоза.

Заключение

На примере малых рек Чистопольского района показано, что под воздействием антропогенного фактора наблюдается резкое снижение значений количественных показателей и индексов разнообразия зообентоса. Наиболее угнетены реки, протекающие в черте г. Чистополя. Малые реки, расположенные за чертой

города, также испытывают сильную нагрузку со стороны агропромышленного комплекса. При этом воздействие носит постоянный и однонаправленный характер. Влияние же зоогенного фактора – жизнедеятельности бобра – носит комплексный характер, что определяет как ухудшение условий существования зообентоса в определенные периоды, так и улучшение. В целом эту деятельность можно охарактеризовать как нарушение. Однако если в традиционном определении нарушения фигурируют редкость и нерегулярность события, то модифицирующая деятельность бобра – это специфическое нарушение, резко проявляющееся на первых этапах (колонизация бобрами новых местообитаний). Затем происходят постепенные, разнонаправленные изменения прибрежной полосы и гидрологических характеристик реки, что неизбежно приводит к изменениям в структуре сообществ зообентоса [15].

Summary

O.N. Tymanov, L.F. Galanceva. The Comparative Analysis of Anthropogenic and Zoogenic Influences on Zoobenthos of Small Rivers in the Republic of Tatarstan.

Structure of zoobenthos state under influence of anthropogenic influence and beaver activity are analyzed. Small rivers subject to anthropogenic influence are located in Chistopol district (Tatarstan Republic). Some of them are located in the town, others are in agriculture area. It is considered that influence of human activity has constant and unidirectional character and is accompanied by deterioration of conditions for benthic organisms. Beaver dams were found out on the rivers of Sumka and Ser-Bulak (Volzhsko-Kamsky Nature Reserve). Samples were taken from the sites that have not been changed by beavers, on beaver ponds and were lower in downstream. It is proved that on the sites modified by beavers, reophilous zoobenthos communities disappeared, but limnofauna reached the maximum abundance. The zoobenthos of the beaver ponds had highest species diversity and abundance.

Key words: rivers, pollution, beaver, ponds, zoobenthos, anthropogenic factor, zoogenic factor, Republic of Tatarstan.

Литература

1. *Скальская И.А.* Изменение структуры зооперифитона малой реки в связи с поселениями бобров // Биол. внутренних вод. – 2007. – № 2. – С. 71–75.
2. *Завьялов Н.А.* Влияние речного бобра на экосистемы малых рек. – М.: Наука, 2005. – 356 с.
3. *Аюпов А.С.* Государственный реестр особо охраняемых природных территорий Республики Татарстан. – Казань: Магариф, 1998. – 323 с.
4. *Горшкова А.Т., Гольмгрейн В.Е., Гольмгрейн Л.А.* Водные объекты Республики Татарстан: гидрографический справочник. – Казань: Идель-пресс, 2006. – 504 с.
5. *Туманов О.Н.* Особенности зообентоса системы реки Сумки (приток Волги, Республика Татарстан) в связи с влиянием жизнедеятельности бобра // Сб. науч. тр. «Эколого-биологические проблемы вод и биоресурсов: пути решения». – Ульяновск, 2007. – С. 165–171.
6. *Комулайнен С.Ф., Круглова А.Н., Хренников В.В., Широков В.А.* Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. – Петрозаводск, 1989. – 42 с.
7. *Яковлев В.А.* Компьютерные методы в зоологии: часть 1. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2002. – 32 с.

8. *Pantle R., Buck H.* Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas- und Wasserfach. – 1955. – Bd. 96, H. 18. – S. 604–624.
9. *Sládeček V.* System of water quality from biological point of view // Arch. Hydrobiol. Ergebnisse der. Limnologie. – 1973. – Bd. 7. – S. 1–128.
10. *Wegl R.* Index für Limnosaprobität // J. Wasser und Abwasser. – 1983. – Bd. 26. – S. 142–210.
11. *Фролова Л.А.* Современные методы оценки качества вод. Методическое пособие к частной гидробиологии. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2005. – 30 с.
12. *Туманов О.Н.* Влияние жизнедеятельности бобра на зообентос малых рек (на примере системы реки Сумки (республика Татарстан)) // Биология внутренних вод: Тез. докл. XIII Междунар. молод. школы-конф. – 2007. – С. 250–256.
13. *Туманов О.Н.* Влияние жизнедеятельности бобра на зообентос системы реки Сумки (республика Татарстан) // Экология: от Арктики до Антарктики. Материалы конф. молодых ученых. – Екатеринбург: Академкнига, 2007. – С. 329–332.
14. *Горшков Д.Ю.* Экология и средообразующая роль бобра (*Castor fiber*) в центральной части Волжско-Камского края: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2004. – 26 с.
15. *Иванов В.К.* Видовой состав, трофическая структура и пищевые сети сообществ макробеспозвоночных в водотоках, измененных бобром // Влияние речного бобра на экосистемы малых рек. – М.: Наука, 2005. – С. 151–157.

Поступила в редакцию
24.01.09

Туманов Олег Николаевич – аспирант кафедры зоологии позвоночных Казанского государственного университета.

E-mail: leick@inbox.ru

Галанцева Лилия Фаридовна – научный сотрудник филиала Камского государственного политехнического института, г. Набережные Челны.

E-mail: galancvalyly@mail.ru