

УДК 574.583(470.344)

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА В СТЕПНЫХ МАЛЫХ РЕКАХ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕЧНОГО БОБРА (НА ПРИМЕРЕ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ)

© 2015 В.Н. Подшивалина

Государственный природный заповедник «Присурский», г. Чебоксары, пос. Лесной
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, Чебоксары

Статья поступила в редакцию 11.04.2015

Проанализированы изменения в составе, структуре и количественном развитии зоопланктона заселенных бобром малых степных рек в основные фазы гидрологического цикла. Динамика этих показателей в степных реках по ряду признаков отличается от южнотаежных. В бобровых прудах в течение основных фаз гидрологического цикла более выражена роль ветвистоусых-первичных фильтраторов, во время паводковых периодов веслоногие составляют незначительную часть зоопланктонного сообщества, в осенний паводок добывающие пищу с поверхности субстрата организмы немногочисленны.

Ключевые слова: малые реки, зоопланктон, сезонная динамика, степь, влияние жизнедеятельности речного бобра *Castor fiber*.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-04-31458 мол_а).*

ВВЕДЕНИЕ

Благодаря принятым мерам по охране речного бобра (*Castor fiber* (L.)) в последние десятилетия в лесной зоне наблюдается его активное расселение и увеличение плотности. Это сопровождается тем, что животные селятся на территориях своего исторического проживания, а также осваивают новые, не типичные для вида местообитания. В любом случае, их средообразующая деятельность не остается незамеченной. Имеются подробные исследования влияния бобра как эдификатора на состав и структуру зоопланктона малых рек в зоне южной тайги [1, 2]. Однако для степных и лесостепных территорий этот вопрос практически не изучен. Тем не менее, реки в открытых степных ландшафтах имеют свой гидрологический режим и характеризуются особым взаимодействием с водосбором.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2014 г. на степных малых реках Приволжской возвышенности в пределах Государственного природного заповедника «Приволжская лесостепь» (Пензенская область) в основные фазы гидрологического цикла: по окончании весеннего паводка, в летнюю межень и в осенний паводок.

Изучение зоопланктона производилось на трех участках заповедника: Островцовская ле-

состепь (бобровый пруд (3 года), два спущенных пруда, русловой участок на р. Скрипицинка и бобровый пруд на р. Южный (5 лет)), Кунчеровская лесостепь (бобровый пруд (5 лет), речной участок), Попереченская степь (молодой бобровый пруд (3 года), спущенный пруд, речной участок на реке, в связи с отсутствием официального названия условно названной Попереченская). Кунчеровская лесостепь обследовалась только в весенний и осенний паводки.

Отбор и камеральная обработка проб производились по стандартной методике [3]. В каждой точке через планктонную сеть процеживалось 50-100 л воды, с учетом особенностей биотопа.

С целью оценки уровня разнообразия зоопланктонного сообщества использовался индекс Шеннона, вычисленный на основе данных о численности и биомассе [4]. Индивидуальные массы организмов определялись по степенным уравнениям, связывающим их длину с массой [5]. Анализ трофической структуры производился на основе выделения групп животных в соответствии с классификацией, разработанной Ю.С. Чуйковым [6]. Индекс сапробности рассчитывался по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека [7, 8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В весенний паводок фауна зоопланктона в реках в Островцовской лесостепи и в Попереченской степи относительно богата (25 и 28 видов соответственно). Наиболее разнообразно представлены в р. Скрипицинка Rotifera (48 %), в р. Поперечном — Cladocera (46%). В наибольшей степени сходство с уже исследованными «бо-

*Подшивалина Валентина Николаевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, доцент.
E-mail: vpodsh@newmail.ru*

бровыми» реками лесной зоны можно заметить у водотока в Островцовской лесостепи, наиболее продолжительное время заселенного бобрами (с 2004 г.). Там выделяется разнообразие вторичных фильтраторов (представители Chydoridae), встречаются зарослевые и прибрежные формы коловраток (р. *Trichocerca*) и ветвистоусых (р. *Alona*, р. *Pleuroxus*, *Simocephalus vetulus* (O.F. Muller)). В толщу воды вымываются обитатели дна и придонных слоев ракообразные *Paracyclops f. orientalis* (Alekseev) и коловратки р. *Rotaria*. Обнаружены не требовательный к кислороду собиратель *Eucyclops serrulatus* (Fischer) и предпочитающие заводи с осевшим детритом коловратки *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *E. deflexa* Gosse.

В весенний паводок в реке на территории Кунчеровской лесостепи по численности доминировали науплиусы циклопов, по биомассе — ракообразные (*Simocephalus vetulus* (O.F. Muller), *Macrocyclus fuscus* (Jurine) в омбровый пруду; *Daphnia galeata* Sars на речном участке). В Островцовской лесостепи на всем протяжении водотока по биомассе преобладает *Paracyclops f. orientalis* (Alekseev), по численности — *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, а также науплиусы (старый пруд и спущенный пруд) и копеподиты (руслевой участок) циклопов. Вдоль всего русла ручья Поперечное по численности доминирует *Eucyclops serrulatus* (Fischer). В бобровых прудах этого водотока наиболее обильны по биомассе крупные фитофильные фильтраторы *Simocephalus vetulus* (O.F. Muller), на русловом участке — *Euchlanis dilatata* Ehrenberg. В недавно заселенных бобрами малых реках на участках Кунчеровская лесостепь и Попереченская степь в прудах основную массу в планктоне составляют крупные ветвистоусые, на давно освоенном бобрами участке Островцовская лесостепь — коловратки-вертикаторы. Средняя индивидуальная масса организма на всех водотоках гораздо выше в бобровых прудах, причем даже в том случае, если они заброшены и частично спущены. Крупные планктонные рачки-фильтраторы и собиратели-детритофаги составляют основу сообществ бобровых прудов (Крылов, 2005).

Уровень разнообразия сообществ проточных и зарегулированных участков отличается в разных водотоках. В Кунчеровской лесостепи сообщество планктонных обитателей разнообразнее и более выровнено в проточной части. В Островцовской лесостепи относительно более высокие показатели индекса разнообразия в старом бобровом пруду и в русловой части. В Попереченской степи бобровые пруды отличаются повышенным разнообразием зоопланктоценозов.

Воды бобровых прудов на всех исследованных участках можно охарактеризовать как «умеренно загрязненные» органическим веществом и отнести к β-мезосапробной зоне. Индекс сапробности в весенний паводок составил 1.56–1.59. На ручьях

Островцы и Поперечное этот показатель имел самые низкие значения именно в действующих бобровых прудах. Вероятно, вследствие снижения проточности улучшились условия для процессов самоочищения.

Показатели количественного развития зоопланктона на всех исследованных водотоках в бобровых прудах в несколько раз превышали таковые в русловых участках или в спущенных прудах, что ранее отмечалось для рек лесной зоны [1]. В Попереченской степи это происходило за счет обилия ветвистоусых, в Островцовской лесостепи — в связи с развитием коловраток и веслоногих. Соотношение основных групп зоопланктона по биомассе на различных участках Кунчеровской лесостепи сходно.

В ручье Островцы на всем протяжении в биомассе основную часть составляют собиратели, видимо, в связи с обилием осевшего на дно после половодья органического вещества. В бобровых прудах значимы коловратки-вертикаторы, ведущие ползающе-плавающий образ жизни. В Попереченской степи на запруженном бобрами участке так же, как и в Кунчеровской лесостепи, в биомассе преобладали первичные фильтраторы, на остальных участках — собиратели. По окончании весеннего половодья в р. Кунчерово отмечалось обилие первичных фильтраторов. Причем в бобровом пруду также наблюдалось существенное участие в сообществе ползающе-плавающих хищных организмов.

Летняя межень характеризуется несколько более богатой фауной планктонных беспозвоночных (в Попереченской степи и Островцовской лесостепи выявлено 33 и 26 видов соответственно). Ее основу составляют Rotifera (45–65 %), сменившие в Островцовской лесостепи доминировавших весной ветвистоусых.

В летнюю межень среди коловраток реки в Попереченской степи весьма разнообразны виды р. *Lecane*, предпочитающие слегка закисленные водоемы и встречающиеся в болотах. В фауне также широко представлены первичные фильтраторы сем. Daphniidae (*Ceriodaphnia quadrangula* (O.F. Muller), *C. rotunda* Sars, *Daphnia longispina* O.F. Muller, *Simocephalus vetulus* (O.F. Muller)), присутствие которых возможно благодаря зарегулированным участкам с замедленным течением. Богата фауна и вторичными фильтраторами из сем. Chydoridae *Alona costata* Sars, *A. rectangula* Sars, *Chydorus sphaericus* (O.F. Muller), *Disparalona rostrata* (Koch), *Picripleuroxus laevis* (Sars). Из веслоногих основу фауны составляют Cyclopoidea, в том числе *Eucyclops serrulatus* (Fischer), *Macrocyclus albidus* (Jurine), *M. fuscus* (Jurine), *Paracyclops fimbriatus* (Fischer), *Thermocyclops crassus* (Fischer).

Фауна зоопланктона рек Скрипицинка и Южный в Островцовской лесостепи по составу весьма сходна с выше описанной для степного водотока. Отличается наличием обычных для прудового

комплекса коловраток *Brachionus quadridentatus* Hermann, *Platylas quadricornis* (Ehrenberg), *Pompholyx sulcata* Hudson (обитают в бобровых прудах) наряду с предпочитающими олигосапробные прохладные воды *Notholca acuminata* (Ehrenberg) (отмечены для проточных участков).

В летнюю межень в проточных и запруженных участках реки в Попереченской степи доминировали *D. longispina*. В заброшенном (полупроточном) бобровом пруду по биомассе преобладали *S. vetulus*, по численности *C. sphaericus*. В р. Скрипицинка (Островцовская лесостепь) *D. longispina* встречались и были наиболее обильны по биомассе и численности только в старом бобровом пруду. На проточных участках превалировали *Bosmina longirostris* (O.F. Muller), *Eucyclops macrurus* (Sars) (по биомассе) и *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *Cephalodella gibba* (Ehrenberg) (по численности).

Средняя индивидуальная масса организма на всех водотоках гораздо выше в бобровых прудах и ставших проточными заброшенных прудах, по сравнению с русловыми участками. Крупные планктонные рачки-фильтраторы составляют основу сообществ во вновь образовавшихся бобровых запрудах. Подобное отличие, выраженное однако в большей степени, отмечено и в весеннем зоопланктоне.

Четких закономерностей в уровне сапробности не удалось выявить. Только в р. Скрипицинка индекс сапробности свидетельствует о меньшей трофности проточного участка по сравнению с зарегулированным бобрами. Причем в протекающей в лесостепи р. Скрипицинка олигосапробные условия также выявлены в бобровом пруду на р. Южный. Это многолетний пруд. Вероятно, в нем активно идут процессы самоочищения воды, что компенсирует поступление органического вещества.

Количественное развитие зоопланктона в существующих и уже заброшенных грызунами прудах гораздо выше, чем на проточных русловых участках исследованных рек. Самые высокие уровни показателей развития зоопланктона выявлены в бобровом пруду в Островцовской лесостепи с наибольшей площадью водного зеркала. По биомассе в реке в Попереченской степи в летнюю межень доминируют Cladocera. В конце весеннего паводка в русловом участке и спущенном пруду преобладали Сорерода, в бобровом пруду – Cladocera. В реке в Островцовской лесостепи после весеннего преобладания Сорерода на проточном участке заместились Rotifera.

В осенний паводок в зоопланктоне доминируют крупные ракообразные (виды р. *Daphnia* – на русловых участках, *Megacyclops viridis* (Jurine) – в прудах), по-прежнему многочисленны коловратки р. *Lecane*.

В сентябре индекс Шеннона свидетельствует о меньшем разнообразии и невысокой выравненности сообществ зоопланктона на реках в целом. Причем не выявлены достоверные отличия в

уровне разнообразия планктона в прудах и на проточных участках. В целом, показатели несколько более низкие, чем в весенний и летний периоды исследований (индекс Шеннона по численности составил 1,08-2,91 и 2,27-3,06 бит на лесостепных Островцовском и Кунчеровском участках, 2,27-3,33 бит на степном Попереченском).

В осенний паводок еще более сгладились отличия в размерной структуре зоопланктона проточных и запруженных бобрами участках на реках Островцовской лесостепи, хотя в целом разница сохраняется. На реке в Кунчеровской лесостепи и Попереченской степи в прудах средний размер особей в 6-8 раз больше, чем на проточных участках.

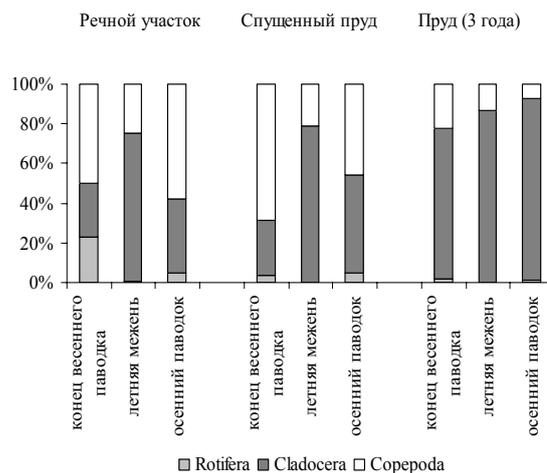
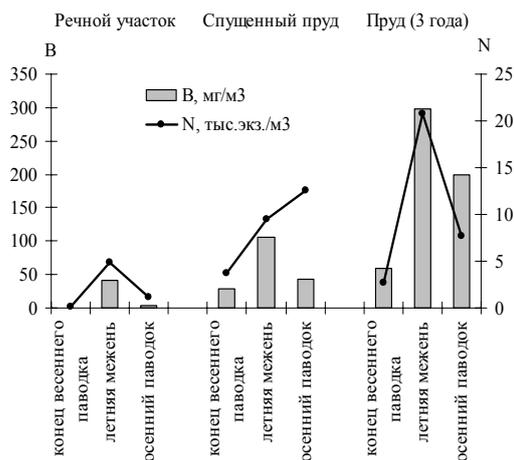
Индекс сапробности в реках в Кунчеровской лесостепи и Попереченской степи имеет низкие уровни в русловой части реки, в Островцовской лесостепи – в спущенных прудах и на русловом пруду.

Численность и биомасса зоопланктона на участках с различной степенью зарегулированности отличаются, как и в предыдущие фазы. Исключение составляет р. Попереченская, где численность организмов в спущенном бобровом пруду выше, чем в действующем за счет массового развития молоди циклопов (рис.).

Таким образом, структура зоопланктона заселенных речным бобром малых рек в лесостепном и степном ландшафтах сходна на участках с одинаковым режимом проточности. В частности, это касается преобладания более крупных особей в запруженных участках, увеличения биомассы и численности сообществ в них, повышение роли крупных первичных фильтраторов из числа Cladocera. Более высокие уровни биомассы и численности зоопланктона отмечены на зарегулированных участках. Выявленные особенности совпадают с описанными для рек южнотаежной зоны [1] и лесных ландшафтов лесостепи [9]. Однако фауна заселенных бобром степных малых рек разнообразнее во все фазы гидрологического цикла и несколько отличается по составу.

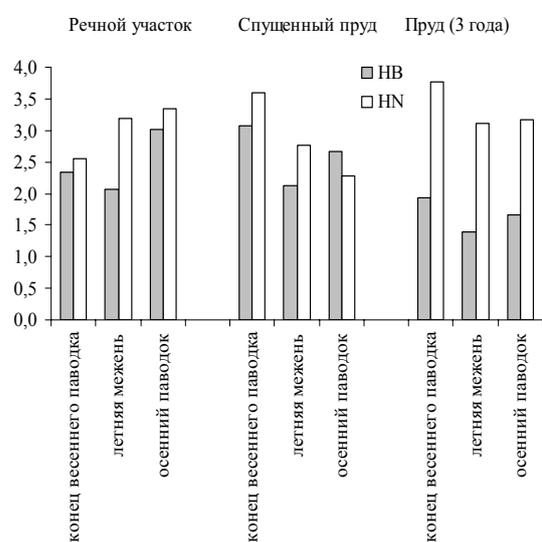
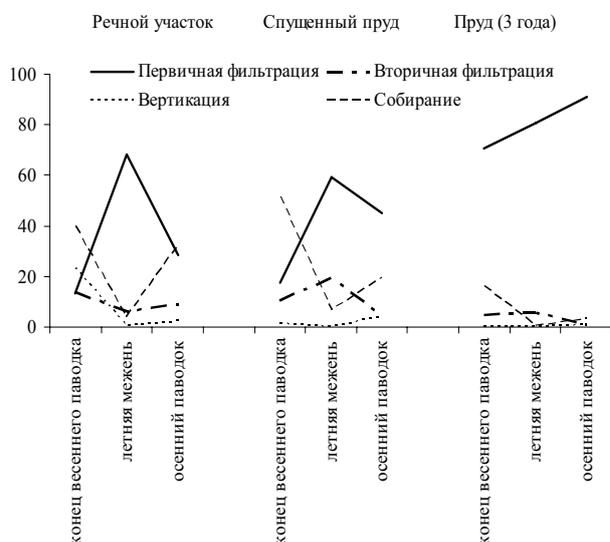
Основные тенденции сезонной динамики обилия зоопланктона и особенностей его структуры в спущенном бобровом пруду более сходны с речным участком, нежели с действующим прудом (рис.). Однако среднесезонные уровни показателей структуры и обилия занимают промежуточное положение между проточным и зарегулированным участками.

На всех створах рек биомасса достигала наивысших значений в летнюю межень (рис.). В основном это происходило благодаря массовому развитию ветвистоусых, осуществляющих первичную фильтрацию частиц в толще воды. В действующем бобровом пруду и в осенний паводок основу биомассы составляют ветвистоусые. На проточных участках весной и осенью обилие первичных фильтраторов ниже за счет развития других групп зоопланктона, в том числе соби-



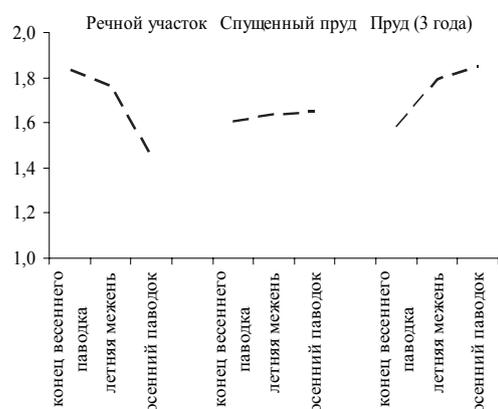
Численность (N , тыс. экз./м³) и биомасса (B , мг/м³) зоопланктона

Соотношение основных таксономических групп зоопланктона по биомассе (%)

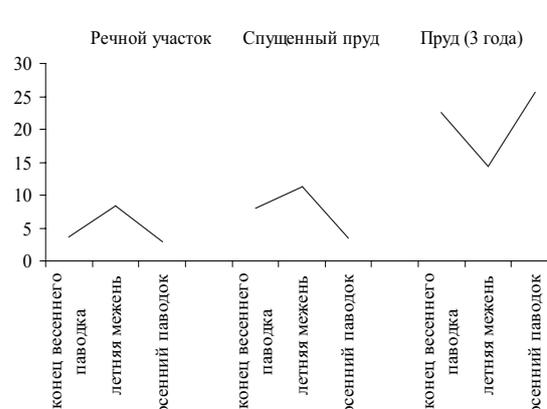


Соотношение основных экологических групп (% от суммарной биомассы) зоопланктона по способу добывания пищи

Индекс разнообразия Шеннона по численности (H_N , бит) и биомассе (H_B , бит)



Индекс сапробности



Средняя индивидуальная масса организма (мг * 10⁻³)

Рис. Показатели количественного развития и структуры зоопланктона заселенных бобром малых степных рек в основные фазы гидрологического цикла (на примере р. Попереченская, заповедник «Приволжская лесостепь»)

рателей и вторичных фильтраторов (рис.), добывающих пищу с поверхности субстрата. Обилие данных групп может быть обусловлено смывом с водосбора в массу накапливающегося в степных ландшафтах незакрепленного детрита, его оседанием и накоплением на дне к концу весеннего паводка. В период весеннего половодья в степных водосборах сток воды в десятки раз выше, чем в лесных [10, 11], а во взвешенных наносах преобладают (90 %) частицы, вынесенные из бассейна реки [12]. Это, в частности, может определять особенности сезонного состава планктонных организмов степных малых рек по типу питания.

В проточных участках в летний период развиваются более крупные особи зоопланктона (рис.) в связи с замещением коловраток ракообразными. В бобровых прудах в летнюю межень средние размеры зоопланктонных организмов уменьшаются вследствие развития мелких кладоцер из числа вторичных фильтраторов.

Разнообразие зоопланктоценозов в действующем и спущенном бобровых прудах выше в весенний период (рис.). Индекс разнообразия Шеннона по биомассе демонстрирует снижение разнообразия и выравнивания сообществ зоопланктона в летнюю межень на всех участках (рис.). Вероятно, во время паводков в связи с поступлением в водоток разнообразных компонентов, увеличивается разнообразие разнотипных пищевых ресурсов, что благоприятствует развитию более разнообразных сообществ.

Уровень сапробности на проточных участках увеличивается в межень и уменьшается в паводковый период. Вероятно, это обусловлено увеличением проточности. Обратная ситуация в бобровом пруду, в котором, в меженный период процессы самоочищения идут более интенсивно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сезонные изменения в составе и структуре зоопланктона находящихся под влиянием жизнедеятельности речного бобра исследованных малых рек в степном ландшафте по ряду признаков отличаются от выявленных ранее [1, 9] закономерностей для южнотаежных рек. Так, в бобровых прудах на степных реках в те-

чение основных фаз гидрологического цикла более выражена роль ветвистоусых-первичных фильтраторов, во время паводковых периодов веслоногие составляют незначительную часть зоопланктонного сообщества, в осенний паводок добывающие пищу с поверхности субстрата организмы немногочисленны.

Автор выражает признательность Осмелкину Е.В., Осипову В.В. за помощь в сборе полевого материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.
2. Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды. М.: Т-во науч. изданий КМК. 2007. 372 с.
3. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
4. Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
5. Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979. С. 58–72.
6. Чуйков Ю.С. Методы экологического анализа состава и структуры сообществ водных животных. Экологическая классификация беспозвоночных, встречающихся в планктоне пресных вод // Экология. 1981. № 3. С. 71–77.
7. Sladecek V. Rotifers as indicators of water quality // Hydrobiologia. 1983. V. 100. N 2. P. 169–201.
8. Sladecek V. System of water quality from biological point of view // Erhebungen der Limnologie. Stuttgart, 1973. P. 1–218.
9. Подшивалина В.Н. Летний зоопланктон малых рек различных ландшафтов в условиях влияния жизнедеятельности речного бобра (на примере Среднего Поволжья) // Научные труды Государственного природного заповедника «Присурский». Т. 29. Чебоксары-Атрат, 2014. С. 93–96.
10. Материалы гидрометеорологических наблюдений на полевых и лесных парных водосборах. Вып. 3, 1974–75 гг. Л.: Гидрометеиздат, 1981.
11. Материалы гидрометеорологических наблюдений на полевых и лесных парных водосборах. Вып. 4, 1975. Л.: Гидрометеиздат, 1982.
12. Мозжерин В.И., Курбанова С.Г. Деятельность человека и эрозионно-русловые системы Среднего Поволжья. Казань: Арт-дизайн, 2004. 128 с.

ZOOPLANKTON DISTRIBUTION

ALONG SMALL RIVER PROFILE UNDER HIGH ANTHROPOGENIC LOAD (ON THE EXAMPLE OF TSIVIL RIVER, MIDDLE VOLGA REGION)

© 2015 V. N. Podshivalina

The State Nature Reserve “Prisursky” Cheboksary, Lesnoy
Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary

The zooplankton composition, structure and abundance modifications in beaver inhabited steppe small rivers during the main hydrological phases were analyzed. Revealed seasonal changes differ from such in small rivers in the South taiga region. In the beaver built ponds during the main hydrological phases Cladocera primary filtrators influence is more essential, Copepods are not abundant during spring and autumn floods, being fed on the substrate surface organisms are not numerous during autumn flood.

Keywords: small rivers, zooplankton, water quality, seasonal succession, steppe, *Castor fiber* activity influence.

Valentina Podshivalina, Candidate of Biology, Leading Researcher, Associate Professor. E-mail: vpodsh@newmail.ru