

**ЭКОЛОГИЯ**

УДК 591.524.11

**М. С. Алексеевна, Е. В. Преснова**

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

**ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ БЕНТОЦЕНОЗОВ  
ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЗА ВРЕМЯ ЕГО  
СУЩЕСТВОВАНИЯ (1964–2014 ГГ.)**

Обобщены данные мониторинговых наблюдений и показаны изменения структуры бентоценозов центрального района Воткинского водохранилища (створ «Оханск»), выполненных на базе Камской биологической станции за время существования водохранилища (1964–2014 гг.). В первые годы существования нового водоёма в донных сообществах доминировали малощетинковые черви семейства Tubificidae, поэтому Воткинское водохранилище одно из немногих, где не было «мотылёвой стадии». Во второй половине 80-х гг. в бентосе водохранилища наблюдается значительное снижение доли олигохет и возрастает количество двусторчатых и брюхоногих моллюсков. С начала XXI в. структура донных сообществ несколько изменилась, о чем свидетельствует значительное уменьшение численности двусторчатых моллюсков, главным образом, за счет *D. polymorpha*. На современном этапе существования Воткинского водохранилища отмечена некоторая стабилизация структуры донных сообществ, ведущую роль в которых (без учёта моллюсков) стали играть хирономиды.

**Ключевые слова:** бентоценозы; структура; Воткинское водохранилище; Камская биологическая станция.

**M. S. Aleksevina, E. V. Presnova**

Perm State University, Perm, Russian Federation

**CHANGES IN THE BENTHOCENOSES STRUCTURE OF  
VOTKINSKOE RESERVOIR DURING ITS EXISTENCE (1964–2014)**

The article summarizes the monitoring data and shown changes in the structure of benthocenoses of the central part of Votkinsk reservoir (location «Okhansk»). Current investigation is made on the basis of Kama biological station during the existence of the reservoir (1964-2014). In the early years of a new reservoir bottom communities were dominated by oligochaetes (Tubificidae), so the Votkinsk reservoir is one of the few where wasn't «chironomus stage». In the second half of the 1980th in the zoobenthos of the reservoir, there is a significant decline of oligochaetes ratio and increases the abundance of molluscs. Since the beginning of the XXI century, the structure of benthic communities has changed: there was significant decrease in abundance of molluscs, in particular zebra mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas). At the present stage of the Votkinsk reservoir existence is marked by a certain stabilization of the benthic communities structure, and the leading role (excluding molluscs) of chironomid.

**Key words:** benthocenoses; structure; Votkinskoe Reservoir; Kama biological station.

Систематическое изучение водных беспозвоночных Пермского края началось с первого года существования Пермского университета (1916 г.). Гидробиологические исследования значительно расширились с организацией Биологического института (1922 г.) и Камской биостанции (1928 г.). В эти годы в университете ассистент, а в дальнейшем профессор А.О. Таусон много занималась экспериментальным изучением влияния различ-

ных химических ингредиентов на поведение и выживаемость гидробионтов. Гидробиологи Биологического института (Г.М. Фридман, А.П. Зиновьев и др.) изучали преимущественно Верхнюю Каму, в том числе влияние сточных вод на беспозвоночных животных р. Камы в районе г. Соликамска.

В 1935 г. Камская биостанция была перенесена из Нижней Курьи в г. Оханск, и с этого времени на

постоянном створе В.В. Громов и Э.А. Штин начали работу по изучению сезонной и годовой динамики развития донной фауны и фитопланктона р. Камы. Результаты наблюдений бентофауны с 1935 по 1952 гг. были обобщены В.В. Громовым [1954] в кандидатской диссертации.

С образованием Воткинского водохранилища (1962–1964 гг.) систематические наблюдения за состоянием донных сообществ были продолжены как на постоянном створе «Оханск», так и по всему водохранилищу. Сборы и анализ бентофауны проводили в основном В.В. Громов, Н.М. Гореликова и В.И. Демидова [1969, 1975], а с 1975 г. – авторы статьи. По результатам первых наблюдений Н.М. Гореликовой [1982] была выполнена кандидатская диссертация. Затем под редакцией М.С. Алексевниной опубликована коллективная монография «Биология Воткинского водохранилища» [1988]. К сожалению, в 1990-е гг. в связи с реорганизацией Естественнонаучного института были прекращены систематические наблюдения за гидрофауной всего Воткинского водохранилища, а в 2015 г. была закрыта Камская биостанция.

Задачей нашего сообщения является обобщение мониторинговых наблюдений, выполненных на Камской биостанции (створ «Оханск»), за все время существования Воткинского водохранилища и выявить межгодовые сукцессии донных сообществ.

## Материал и методы исследования

Пробы зообентоса отбирали каждые 10–15 дней в период с мая по октябрь в отдельные годы с 1964 по 2014 гг. дночерпателем Петерсена (250 см<sup>2</sup>) в

лево- и правобережной литорали и глубоководной зоне водохранилища. Методы сбора и анализа материала достаточно унифицированы [Методика ..., 1975].

## Результаты и их обсуждение

Анализ многолетнего материала показал, что в донных биоценозах водохранилища происходят периодические структурные изменения, обусловленные как сменой видов, так и изменением количественных параметров (таблица). Так, в первый год после полного заполнения водохранилища, средняя за вегетационный сезон биомасса зообентоса составила 6.25 г/м<sup>2</sup>, 80% её обеспечивалась моллюсками, большая часть которых представлена семейством *Sphaeriidae*. Роль олигохет в донных сообществах, сформированных в 1964 г., невелика (10.5%). Личинки хирономид обеспечивали 5.2% биомассы зообентоса и были представлены в основном видами родов *Chironomus* и *Procladius*. В зообентосе 1965 г. отмечены значительные изменения: количество моллюсков снижается в 3 раза, а биомасса олигохет и личинок хирономид увеличивается соответственно в 1.5 и 1.8 раз. Тенденция формирования донных сообществ с доминированием олигохет сохраняется до конца 70-х – начала 80-х гг. прошлого столетия. Так, в 1971–1976 гг. биомасса олигохет составляла 56.0–68.3% всего зообентоса, а в 1980 г. – 42.5%. Среди олигохет в эти годы доминируют виды рода *Limnodrilus* и *Tubifex newaensis* (Michaelsen, 1903), в малакоценозах ведущее значение имеют *Sphaeriidae*.

**Многолетние (1964–2014 гг.) изменения биомассы (г/м<sup>2</sup>) основных групп зообентоса Воткинского водохранилища на разрезе «Оханск»**

Группа	1964	1965	1971	1976	1980	1988	1992	1997	1998	2001	2005	2014
Олигохеты	0.67	0.97	6.90	4.60	4.80	0.82	2.74	0.60	0.72	0.30	0.33	0.20
Моллюски (всего)	5.10	1.79	2.20	2.20	6.00	140.27	43.00	287.00	282.30	34.88	87.20	37.90
Моллюски (в т.ч. мелкие)	5.10	1.79	2.20	2.20	3.50	4.35	2.03	1.27	0.63	0.87	0.50	2.60
Хирономиды	0.33	0.58	0.68	0.70	0.80	0.37	0.90	0.40	0.36	0.27	0.08	1.30
Прочие	0.15	0.35	0.31	0.43	0.30	0.01	0.10	0.03	0.65	0.03	0.03	0.83
Всего	6.25	3.69	10.10	7.90	11.90	141.47	46.74	288.03	284.03	35.48	87.64	40.23
Кормовая биомасса	<b>6.25</b>	<b>3.69</b>	<b>10.10</b>	<b>7.90</b>	<b>9.40</b>	<b>5.55</b>	<b>5.77</b>	<b>2.30</b>	<b>2.46</b>	<b>1.50</b>	<b>0.94</b>	<b>4.90</b>

Во второй половине 80-х гг. в бентосе водохранилища наблюдается значительное снижение доли олигохет и возрастает количество моллюсков. Биомасса их к 1998 г. увеличилась до 282.30 г/м<sup>2</sup>, в основном за счет появления крупных не кормовых моллюсков (таблица). В этот период моллюски, и прежде всего двустворчатые, обеспечивали более 95% общей биомассы донной фауны водохранилища, при этом кормовое их значение невелико и сопоставимо с другими группами живот-

ных. Среди моллюсков, по-прежнему, много сфебриид и, наряду с ними, большое распространение получила *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771). Чаще стали встречаться речные перловицы (семейство *Unionidae*), особенно в русловой зоне водохранилища. В правобережной литорали большое распространение получили моллюски семейства *Viviparidae*. Подобные сукцессии, по нашему мнению, связаны со снижением поступающих в водохранилище органических загрязнений, главным

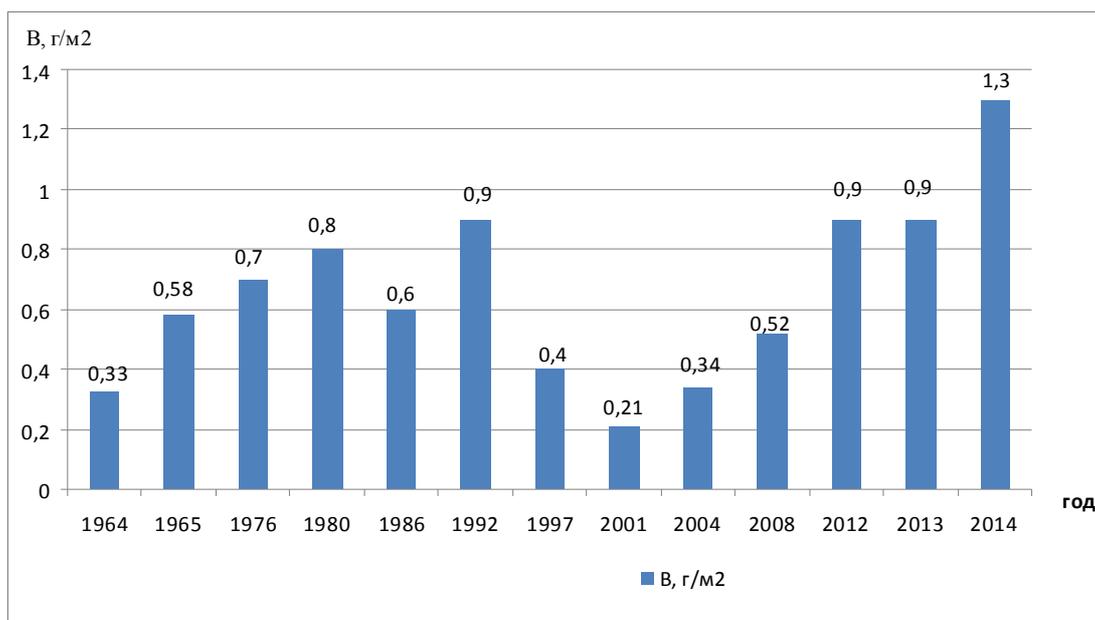
образом с Краснокамского ЦБК, на котором была усовершенствована технология очистки стоков. Перестройка структуры донных сообществ, в которых доминировали фильтраторы-сестонофаги, позволила значительно интенсифицировать процессы самоочищения водоемов. Создались благоприятные условия для более широкого распространения каспийских вселенцев: моллюска *D. polymorpha* и рачков *Corophium curvispinum* Sars, 1895 и *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841).

С начала XXI в. структура донных сообществ несколько изменилась, о чем свидетельствует значительное уменьшение численности двустворчатых моллюсков, главным образом, за счет *D. polymorpha*. Снижение численности и биомассы животных-фильтраторов может быть связано с ухудшением для них трофических условий. Исследования зоопланктона в 2012–2014 гг. показали, что по уровню развития планктонных животных «оханский» район можно отнести к низкопродуктивным ( $0.03 \text{ г/м}^3$ ) [Алексеевна, Преснова, 2017].

Таким образом, только в первые годы существования нового водоёма в донных сообществах

доминировали малощетинковые черви семейства *Tubificidae*, поэтому Воткинское водохранилище одно из немногих, где не было «мотыльевой стадии», а в формировании новых бентоценозов ведущую роль играли олигохеты (тубифициды). В последующие годы жизни водоёма доминантами в донных сообществах оказались двустворчатые и брюхоногие моллюски, сообщества которых в течение исследованного периода испытывали структурные сукцессии.

Роль личинок насекомых в бентофауне Воткинского водохранилища весьма ограничена. Только личинки комаров-звонцов обеспечивают разнообразие донной фауны экосистемы и являются одной из самых многочисленных групп донных животных. Анализ многолетних данных позволяет выделить периоды, отличающиеся по составу и уровню развития хирономид в водохранилище (рисунок). По видовой структуре хирономидоценозы, сформировавшиеся в разных зонах водохранилища (правобережье, глубоководная и левобережье), несколько отличаются, но в целом для исследованного участка можно отметить следующие тенденции.



Многолетняя динамика биомассы личинок хирономид центрального района Воткинского водохранилища

До середины 1990-х гг. в сообществах хирономид доминировал *Procladius ferrugineus* (Kieffer, 1918), особенно в глубоководной зоне водохранилища. В доминантный комплекс хирономид прибрежных зон, наряду с *P. ferrugineus*, входили в разные годы *Chironomus plumosus* (Linnaeus, 1758), *Dicrotendipes nervosus* (Staeger, 1839), виды рода *Glyptotendipes* и *Polypedilum bicrenatum* Kieffer, 1921. В этот период биомасса личинок составляла в среднем  $0.6\text{--}0.7 \text{ г/м}^2$ . Во второй половине 1990-х и начале 2000-х гг. отме-

чены самые низкопродуктивные хирономидоценозы ( $0.2\text{--}0.4 \text{ г/м}^2$ ). Произошла перестройка структуры хирономидных сообществ: прокладий оказался второстепенным видом, и только в отдельные годы входил в состав доминантного комплекса глубоководной зоны. С 2008 г. биомасса личинок комаров-звонцов увеличивается и в 2014 г. составляет  $1.3 \text{ г/м}^2$ , ядро хирономидоценозов образуют виды рода *Polypedilum* – *Polypedilum nubeculosum* (Meigen, 1804) и *Polypedilum scalaenum* (Schrank, 1803).

Таким образом, в современный период для донных сообществ Воткинского водохранилища отмечена некоторая стабилизация. Но характер многолетних сукцессий донной фауны водоема подтверждает высказывания известного пермского гидролога Ю.М. Матарзина об изменчивости водохранилищных экосистем. Необходимы дальнейшие систематические наблюдения за их состоянием. К сожалению, с закрытием Камской биостанции столь тщательные исследования, проводившиеся в течение всего вегетационного сезона, становятся невозможными.

### Библиографический список

- Алексеевнина М.С. Состав и распределение донных сообществ центральной части Воткинского водохранилища в 1997–98 гг. // Рыбные ресурсы Камско-уральского региона и их рациональное использование: материалы науч.-практ. конф. Пермь, 2001. С. 11–13.
- Алексеевнина М.С., Преснова Е.В. Бентофауна как элемент мониторинга экосистемы Воткинского водохранилища // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: тр. Междунар. науч.-практ. конф. Пермь, 2007. С. 188–194.
- Алексеевнина М.С., Преснова Е.В. Структура планкто- и бентозооценозов центрального района Воткинского водохранилища и её изменения в многолетнем аспекте // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: тр. Междунар. науч.-практ. конф. Пермь, 2017.
- Биология Воткинского водохранилища / под ред. М.С. Алексеевниной. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1988. 184 с.
- Гореликова Н.М. Сообщества животных макробентоса Воткинского водохранилища и их роль в процессах самоочищения водоема: дис. ... канд. биол. наук. Пермь, 1982. 207 с.
- Громов В.В. Донная фауна р. Камы, её годовая динамика и изменения под влиянием загрязнения: дис. ... канд. биол. наук. Пермь, 1954. 287 с.
- Громов В.В., Гореликова Н.М., Демидова В.И. Донная фауна Воткинского водохранилища на реке Каме как кормовая база рыб (1964–1971 гг.) // Биологические ресурсы Камских водохранилищ. Пермь, 1975. С. 132–136.
- Громов В.В., Пономарева (Гореликова) Н.М. Формирование донной фауны Воткинского водохранилища на реке Каме (1964–1965 гг.) // Учен. зап. Перм. гос. ун-та. 1969. Т. 179. С. 177–191.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- of benthic communities in the central part of the Votkinsky reservoir in 1997–98]. *Rybnye resursy Kamsko-ural'skogo regiona i ih racional'noe ispol'zovanie*. [Fish resources of the Kama-Ural region and their rational use: materials of scientific-practical conference]. Perm, 2001, pp. 11–13. (In Russ.).
- Aleksevnina M.S., Presnova E.V. [The bentofauna as an element of monitoring the ecosystem of the Votkinsky Reservoir]. *Sovremennye problemy vodochranilišč i ich vodosborov* [Modern problems of reservoirs and their watersheds: proceedings of the International scientific-practical conference]. Perm, 2007, pp. 188–194. (In Russ.).
- Aleksevnina M.S., Presnova E.V. [The structure of plankton and benthozoocenosis in the central part of the Votkinsky reservoir and its changes in the long-term aspect]. *Sovremennye problemy vodochranilišč i ich vodosborov* [Modern problems of reservoirs and their watersheds: proceedings of the International scientific-practical conference]. Perm, 2017. (In Russ.).
- Aleksevnina M.S., ed. *Biologija Votkinskogo vodochranilišča* [Biology of the Votkinsky Reservoir]. Irkutsk, Irkutsk University Publ., 1988. 184 p. (In Russ.).
- Gorelikova N.M. *Soobščestva životnykh makrobentosa Votkinskogo vodochranilišča i ich rol' v processach samoочищения vodoema*. Diss. kand. biol. nauk [The communities of animal macrobenthos of the Votkinsky reservoir and their role in the processes of self-purification of the water body. Diss. Cand. Sciences]. Perm, 1982. 207 p. (In Russ.).
- Gromov V.V. *Donnaja fauna reki Kamy, ee godovaja dinamika i izmenenija pod vlijaniem zagryaznenija*. Diss. kand. biol. nauk [The benthic fauna of Kama river, its annual dynamics and changes under the influence of pollution. Diss. Cand. Sciences]. Perm, 1954. 287 p. (In Russ.).
- Gromov V.V., Gorelikova N.M., Demidova V.I. [The benthic fauna of the Votkinsky reservoir on the Kama River as a fodder base of fish (1964–1971)]. *Biologičeskie resursy Kamskich vodochranilišč* [Biological resources of the Kama reservoir]. Perm, 1975, pp. 132–136. (In Russ.).
- Gromov V.V., Ponomaryova (Gorelikova) N.M. [The formation of the benthic fauna of the Votkinsky Reservoir on the Kama River (1964–1965)]. *Učenyje zapiski Permskogo gosudarstvennogo universiteta*, V. 179 (1969): pp. 177–191. (In Russ.).
- Metodika izučenija biogeocenzov vnutrennich vodoemov* [Methods of studying the ecosystems of inland waters]. Moscow, Nauka Publ., 1975. 240 p. (In Russ.).

### References

Aleksevnina M.S. [The composition and distribution

Поступила в редакцию 18.06.2017

**Об авторах**

Алексеевна Маргарита Степановна, кандидат биологических наук, доцент, профессор кафедры зоологии беспозвоночных и водной экологии ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»  
**ORCID:** 0000-0002-9588-9310  
614990, Пермь, ул. Букирева, 15; (342)2396539

Преснова Елена Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии беспозвоночных и водной экологии ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»  
614990, Пермь, ул. Букирева, 15;  
elepresnova@yandex.ru; (342)2396539

**About the authors**

Aleksevnina Margarita S., candidate of biology, professor of the Department of Invertebrate zoology and water ecology  
Perm State University.  
**ORCID:** 0000-0002-9588-9310  
15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990;  
(342)2396539

Presnova Elena V., candidate of biology, associate professor of the Department of Invertebrate zoology and water ecology  
Perm State University.  
15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990;  
elepresnova@yandex.ru; (342)2396539



