

ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ PROBLEMS OF REGIONAL ECOLOGY AND NATURE MANAGEMENT

УДК 574. 586

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ДОННЫХ СООБЩЕСТВ В ВОДОЕМАХ ДЕЛЬТЫ р. ВОЛГИ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО СТРЕССА

Ботагоз Мурасовна Насибулина, доктор биологических наук, профессор, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, aspu.nasibulina@yandex.ru

Татьяна Федоровна Курочкина, доктор биологических наук, профессор, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, kurtf@mail.ru

Айнагуль Байганиновна Дюсекенова, старший преподаватель, Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова, Республика Казахстан, 060011, г. Атырау, пр. Студенческий, 212, dyusekenova_aina@mail.ru

Юлия Николаевна Шаплыгина, аспирант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, shaplugina@yandex.ru

Альфия Адиетовна Истелюева, лаборант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, kamalf@bk.ru

В статье представлены данные наблюдений за изменением структурных характеристик донных сообществ водоемов дельты р. Волги в условиях антропогенного воздействия. Показано, что отдельные антропогенные процессы в водоемах приводят к специфическим изменениям в структуре донных сообществ. В водотоках Белинского, Кировского, Гандуринского, Главного каналов и р. Ахтубы отмечено максимальное развитие собирателей детрита, грунтозаглатывателей, седиментаторов и минимальное – фильтраторов и хищных видов, что типично для процессов эвтрофирования. Низкое видовое разнообразие, обильное развитие короткоциклических форм, состоящих из всеядных и хищных видов, указывают на наличие токсической нагрузки в р. Бузан. В зависимости от загрязнения обнаружено распределение средних значений массы особей, высокие биомассы отмечены на всех станциях исследования, кроме р. Бузан. Из этологических групп доминантами в исследуемых водотоках каналов и р. Ахтубы отмечены червеобразно двигающиеся по численности (олигохеты), биомассе – ползающие особи (моллюски), что также характерно для водоемов претерпевающих процессы эвтрофирования. В р. Бузан обнаружены массово роющие – закапывающиеся и ходящие – ползающие формы, представленные преимущественно личинками стрекоз, хирономид. Отмечена минимальная вариабельность численности и биомассы сообществ в водотоках Белинского, Кировского, Гандуринского, Главного каналов и р. Ахтубы. Основными доминантами выявлены следующие виды: олигохеты, моллюски, пространственная изменчивость их количественного развития обусловлена чаще всего распределением биогенных элементов и органических веществ, характером грунта и другими факторами. Показано, что в р. Бузан вариабельность количественных показателей несколько повышены, вероятно, этому способствовали высокие концентрации тяжелых металлов в донных отложениях. В результате анализа структурных характеристик донных сообществ водоемов дельты Волги выявлено, что изучаемые водоемы претерпевают процессы эвтрофирования и токсификации. Показано, что исследуемые водотоки Белинского, Кировского, Гандуринского, Главного каналов и р. Ахтуба претерпевают высокую биогенную нагрузку, р. Бузан – токсическую.

Ключевые слова: донные сообщества, антропогенные процессы, размерная структура, видовая структура, этологическая структура, трофическая структура, собиратели детрита, токсификация, эвтрофикация, биомасса

**FORMATION FEATURES OF GROUND COMMUNITIES' STRUCTURE
IN RESERVOIRS OF THE RIVER VOLGA'S DELTA IN THE CONDITIONS
OF THE ANTHROPOGENIC STRESS**

Nasibulina Botagoz M., D.Sc. (Biology), Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, aspu.nasibulina@yandex.ru

Kurochkina Tatyana F., D.Sc. (Biology), Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, kurtf@mail.ru

Dyusekenova Ainagul B., Senior Lecturer, Khalel Dosmukhamedov Atyrau State University, 212 Studentcheskiy Ave., Atyrau, 060011, Republic of Kazakhstan, dyusekenova_aina@mail.ru

Shaplygina Yulia N., post-graduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyan Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, shaplugina@yandex.ru

Istelueva Alfiya A., Assistant, Astrakhan State University, 1 Shaumyan Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, kamalf@bk.ru

The article deals with the research results of a condition of structural characteristics of the river Volga's reservoirs ground communities. It is shown that separate anthropogenic processes in reservoirs lead to specific changes in structure of ground communities. The maximum development of detritus collectors, soilswallowers, sedimentators and minimum development of filterers and raptorial species are noted in stream of Belinsky, Kirov, Gandurinsky, Main canals and the river Akhtuba, that are typical for eutrophication process. A low specific variety, abundant development of short-cyclic forms consisting of the omnivorous and raptorial species are indicated existence of toxic load in the river Buzan. Depending on pollution distribution of average values of individuals mass is revealed, high biomass is noted at all research stations, except the river Buzan. From ethological groups dominants in the studied stream of canals and the River Akhtuba are vermiform moving (Oligochaetes) according to number, creeping individuals (mollusks) according to biomass that is also characteristic for the reservoirs under processes of eutrophication. Burying and creeping forms presented mainly by larvae of dragonflies, chironomids are found in the river Buzan in large quantities. The minimum variability of number and biomass of communities in the stream of Belinsky, Kirov, Gandurinsky, Main canals and the river Akhtuba is noted. The main dominants are the following types: oligochaetes, mollusks, spatial variability of their quantitative development is caused most often by distribution of biogenous elements and organic substances, nature of soil and other factors. It is shown that in the river Buzan variability of quantitative indices is slightly increased probably because of high concentration of heavy metals in ground deposits. As a result of the analysis of ground communities' structural characteristics of the delta Volga's reservoirs it is revealed that the studied reservoirs undergo processes of eutrophication and toxification. It is shown that the studied streams of Belinsky, Kirov, Gandurinsky, Main canals and the river Akhtuba undergo high biogenous load, the river Buzan – toxic one.

Keywords: ground communities, anthropogenic processes, dimensional structure, specific structure, ethological structure, trophic structure, detritus collectors, toxification, eutrophication, biomass

Практика последних десятилетий со всей очевидностью показала необходимость подчинения хозяйственной деятельности общества вопросам охраны природной среды, бережного отношения к природным комплексам, рационального использования природных ресурсов. Кризисные экологические явления в бассейне Нижней Волги подчеркнули остроту проблем. Особую значимость приобретает проблема загрязнения внутренних водоемов.

Среди критериев, позволяющих оценить степень и характер загрязнения водной среды, наиболее представительным и объективным является состояние водных экосистем. Специфичность водной экосистемы обусловлена как внутриводоемными процессами, так и процессами, протекающими на площади водосбора. При загрязнении водоемов происходит интенсификация процессов самоочищения, вызванная непрерывным поступлением извне загрязнителя, что приводит к замене исходных биоценозов новыми, более приспособленными к утилизации поступающего вещества. Экспериментальные исследования показали, что буферность богатых жизнью водных экосистем достаточно велика. Водоемы справляются с большим количеством

загрязнений, но биота их при этом претерпевает коренную перестройку. Особенно резко это проявилось в перестройке сообществ на зарегулированных участках рек, на участках с замедленным течением. Биологическое равновесие водных экосистем поддерживается многочисленными подвижными связями организмов между собой и с окружающей неживой материей. При антропогенном воздействии это равновесие нарушается, что отражается на видовом и количественном составе биоценозов [1]. В связи с этим возникла необходимость защиты природных водоисточников от дальнейшего загрязнения антропогенными стоками.

Благодаря особенностям экологии донные организмы и их сообщества могут служить хорошими показателями происходящих изменений внешней среды, в том числе и антропогенного характера. Донные организмы, как, правило, находятся в неблагоприятных условиях вследствие аккумуляции токсических загрязняющих веществ в придонном слое воды и донных отложениях. В силу ограниченной лабильности зообентоса и относительной устойчивости донных биоценозов во временном аспекте они отражают загрязнение в течение относительно длительного периода и интегральные условия как в воде, так и в грунте [2].

На биоценотическом уровне индикация загрязнения основывается, прежде всего, на анализе структур сообществ [5]. Структурированность сообществ донных животных или их неоднородность проявляется во многих аспектах, в частности, в наличии группировок гидробионтов, различающихся по морфофизиологическим особенностям питания, движения, способами укрытия от хищников и приуроченностью к тому или иному субстрату [1; 3; 5–7]. При наличии мощных антропогенных факторов динамика сообществ адаптивно подчиняется их влиянию [4]. Биологическая продуктивность водоема в значительной мере определяется особенностями гидрохимического режима и, в первую очередь, содержанием биогенных веществ. Эвтрофирование водных объектов обусловлено, прежде всего, избыточным поступлением биогенов, в частности фосфора и азота, создающим основные условия для быстрого роста биологической продуктивности водоема, особенно когда и другие благоприятные условия для этого процесса также имеют место.

Исследования за биогенным режимом в водотоках Главного, Гандуринского, Кировского, Белинского каналов показывают превалирование форм азота и фосфора, проявляющиеся в некотором усложнении видовой структуры и сообществ. В этих водотоках прослеживается относительно высокое видовое разнообразие зообентоса, но ведущими являются представители олигохет и моллюсков, а также наблюдаются повышенные величины индексов разнообразия (H), выравненности (e) и видового обилия (d) (табл.).

Бентосным беспозвоночным присущ широкий спектр состава пищи. При распределении видов по трофическим группам нужно иметь в виду, что установление их статуса в какой-то степени условно, так как в зависимости от изменчивости различных факторов один и тот же вид в разных условиях может относиться к различным экологическим группам.

Трофическая структура донных сообществ в водотоках Кировского, Гандуринского, Главного и Белинского каналов представлена преимущественно детритофагами (олигохеты, моллюски, ракообразные и хирономиды), высокая биомасса и численность – за счет, соответственно, собирателей детрита, фильтраторов (*Lithoglyphus naticoides*, *Dreissena polymorpha*, *Unio pictorum*), глотателей грунта (*Tubificidae*) и минимальным количеством хищных видов по типу питания. Вероятно, что с возрастанием этих группировок в водотоках, усиливается детритный путь утилизации органических веществ. В р. Ахтубе доминирующими видами являются представители глотателей грунта из числа тубифицид. Преобладание детритофагов свидетельствует о эвтрофировании водоемов. В целом можно предполагать, что повышение биогенной нагрузки не приводит к катастрофически быстрой деградации экосистем.

В условиях токсификации структура экосистемы упрощается, возрастает роль организмов с коротким жизненным циклом, по типу питания являющимся в большей

степени хищными формами, что столь ярко проявляется в р. Бузан, где отмечается спад видового разнообразия и значений индексов H, e, d, основу биомассы формируют хищные формы по типу питания, из числа хирономид виды рода *Procladius*, *Chironomus*, также отмечаются представители водяных жуков. Доминирование хищных форм можно связать с морфолого-анатомическими и экологическими особенностями: это наличие толстого слоя кутикулы, хитинового покрова и периодической линьки, позволяющей частично избавляться от токсикантов, а также отсутствие наружных жабр. Преобладание хищных видов также обеспечивается благодаря широкому спектру их питания: при недостатке животной пищи они способны потреблять пищу растительного происхождения, разлагающийся детрит или переходить к каннибализму и голоданию в течение длительного времени.

Незначительный процент приходится на долю собирателей детрита: *Lithoglyphus naticoides*, *Bithinia tentaculata*, *Valvata piscinalis* и фильтраторов: представители семейства гаммарид и корофиид *N. (P) robustoides*, *D. haemobaphes*, *D. caspius*, *C. curvispinum*, *Dreissena polymorpha*, *Unio pictorum*. Минимальный процент определен для грунтозаглатывателей.

Таблица

Основные характеристики структурной организации бентосных сообществ водотоков дельты р. Волги

Показатели	Главный канал	Гандуринский канал	Кировский канал	Белинский канал	р. Бузан	р. Ах-туба
Разнообразие (H), бит	1,86	2,03	2,11	1,80	1,65	1,61
Выравненность (e)	1,20	0,99	0,75	0,72	0,43	0,65
Видовое богатство (d)	0,44	0,54	0,59	0,43	0,23	0,29
Ведущие трофические группы	Собиратели детрита – грунтозаглатыватели	Собиратели детрита – грунтозаглатыватели	Собиратели детрита – грунтозаглатыватели	Хищники – собиратели детрита – грунтозаглатыватели	Хищники	Грунтозаглатыватели
Ведущие этологические группы	Ползающие – червеобразно двигающиеся	Ползающие – червеобразно двигающиеся	Ползающие – червеобразно двигающиеся	Ползающие – червеобразно двигающиеся	Ходящие – ползающие – червеобразно двигающиеся	Червеобразно двигающиеся
Ведущие таксономические группы	Ol – Ch – Mol	Ol – Mol – Ch	Ol – Mol – Ch	Ol – Ch – Aph	Ch – Mol – Aph	Ol – Ch

Примечание: Ol – олигохеты; Ch – хирономиды; Mol – моллюски; Aph – амфиподы.

На основе анализа этологической структуры донных сообществ дельты р. Волги выявили, что для всех видов антропогенных процессов характерно существенное сокращение числа этологических группировок, а также доминирование одной или двух этологических группировок. В водотоках Кировского, Белинского, Гандуринского и Главного каналов в сообществах зообентоса господствующей, по биомассе является группировка ползающих животных, представленная преимущественно моллюсками. По количеству преобладают червеобразно двигающиеся формы, зарегистри-

рированные в больших количествах, которые более устойчивы к тем или иным антропогенным нагрузкам и наиболее приспособлены по образу жизни к неблагоприятным условиям среды. В р. Ахтубе по количеству превалирует одна группа – червеобразно двигающиеся формы, что типично для водоемов с высокой биогенной нагрузкой.

В р. Бузан в основном преобладают ходящие – ползающие, роющие, закапывающиеся представленные преимущественно личинками хирономид, стрекоз, обнаруженных в массовом количестве и формирующих основу биомассы.

Размерные характеристики особей являются ключевыми, отражающими как влияние комплекса факторов внешней среды, так и структурно-функциональную организацию биологических элементов экосистемы [2]. Исходя из известных теорий k- и r-стратегий жизненного цикла и отбора, мелкие виды, чаще всего с малым периодом генерации, отличаются от крупных видов приспособляемостью и пластичностью к изменяющимся условиям среды [3]. В зависимости от загрязнения наблюдается распределение средних значений массы особей в дельте р. Волги. На участках Кировского, Белинского, Гандуринского каналов биомассу зообентоса создают крупные формы моллюсков (*Dreissena polymorpha*, *Unio pictorum*) что характерно процессам эвтрофирования. В р. Бузан отмечены низкие показатели биомассы, созданные мелкими формами личинок насекомых, что характерно для водоемов, пертерпевающих токсическую нагрузку.

Пространственная изменчивость количественного развития зообентоса обусловлена характером грунта, распределением кормовой базы и спецификой жизненного цикла организмов, преобладающих в этих водоемах. Одним из ведущих факторов является специфика антропогенного воздействия. Исходя из анализа полученных данных можно отметить, что в водотоках Главного, Кировского, Гандуринского и Белинского каналов высокую агрегированность имеют представители олигохет (*Tubifex tubifex* – 241,1, *Limnodrilus hoffmeisteri* – 199,8), моллюсков (*Lithoglyphus naticoides* – 118,5, *Dreissena polymorpha* – 101,3), в р. Бузан личинки хирономид (*Criptochironomus* gr. *Defectus* – 188,8, *Procladius* gr. *choreus* – 108,9), стрекоз (*Ischnura pumilio* – 79,1, *I. elegans* – 73,2).

Анализ структур донных организмов дельты р. Волги позволил выявить как общие, так и специфические изменения в сообществах, вызванные отдельными антропогенными процессами. В водотоках Главного, Кировского, Гандуринского и Белинского каналов и в р. Ахтубе наблюдается высокое видовое разнообразие, увеличение в трофической структуре доли глотателей грунта, собирателей грунта и снижения хищных форм, рост по этологии червеобразно двигающихся особей и биомассы форм, что свидетельствует об эвтрофикации водоемов. В р. Бузан прослеживается резкое сокращение видового разнообразия донных сообществ, рост доли хищных форм, уменьшение средней биомассы видов и упрощение этологической структуры, что указывает на присутствие токсичных соединений в водоеме.

Исследования показывают, что биогенная нагрузка не приводит к быстрой катастрофической деградации экосистем. Водная экосистема способна адаптироваться, возможно, до определенного предела, изменяя свою структурно-функциональную организацию. Токсификационные процессы, происходящие в водоемах даже слабо выраженные, однозначно ведут к деградации экосистем.

Список литературы

1. **Алимов А. Ф.** Закономерности изменений структурных и функциональных характеристик сообществ гидробионтов / А. Ф. Алимов // Гидробиологический журнал. – 1995. – Т. 31, № 5. – С. 3–11.
2. **Баканов А. И.** Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов / А. И. Баканов // Биология внутренних вод. – 2000. – № 1. – С. 68–82.
3. **Бигон М.** Экология, особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. – Москва : Мир, 1989. – Т. 2. – 447 с.
4. **Зимбалевская Л. Н.** Структура и сукцессии литоральных биоценозов днепровских

водохранилищ / Л. Н. Зимбалева, Ю. В. Плигин, Л. А. Хороших и др. – Киев : Наукова думка, 1987. – 204 с.

5. **Насибулина Б. М.** Оценка влияния антропогенных факторов на экологическую структуру зообентоса водоемов дельты Волги / Б. М. Насибулина // Экологические экосистемы и приборы. – 2006. – № 1. – С. 13–17.

6. **Edington J. M.** Caselless caddis larvae of the British Isles with notes on their ecology / J. M. Edington, A. G. Hildrew // Freshwater Biol. Associat. Sci. Publ. – 1981. – Vol. 43. – P. 1–59.

7. **Widerholm T.** Use of benthos in Lake monitoring / T. Widerholm // Journal of the Water Pollution Control Federation. – 1980. – № 52. – P. 537–547.

References

1. Alimov A. F. Zakonomernosti izmeneniy strukturnykh i funktsionalnykh kharakteristik soobschestv gidrobiontov [Regularities of changes of structural and functional characteristics of hydrocole communities]. *Gidrobiologicheskii zhurnal* [Hydrobiological Journal], 1995, vol. 31, no. 5, pp. 3–11.

2. Bakanov A. I. Ispolzovanie zoobentosa dlya monitoringa presnovodnykh vodoemov [Use of zoobenthos for fresh-water reservoirs monitoring]. *Biologiya vnutrennikh vod* [Biology of inner water], 2000, no. 1, pp. 68–82.

3. Bigon M., Kharper Dzh., Taunsend K. *Ecologiya, osobi, populyatsii i soobschestva* [Ecology, individuals, populations and communities]. Moscow, Mir Publ., 1989, vol. 2, 447 p.

4. Zimbalevskaya L. N., Pligin Y. V., Khoroshikh L. A. *Struktura i suksessii litoralnykh biotsenozov dneprovskikh vodokhranilisich* [Structure and successions of Dnepropetrovsk reservoirs littoral biocenosis]. Kiev, Naukova Dumka Publ., 1987, 204 p.

5. Nasibulina B. M. Otsenka vliyaniya antropogennykh faktorov na ekologicheskuyu strukturu zoobentosa vodoemov delty Volgi [Assessment of anthropogenic factors influence on ecological structure of zoobenthos of the delta Volga reservoirs]. *Ecologicheskiesye ekosistemy i pribory* [Ecological Ecosystems and Devices], 2006, no. 1, pp. 13–17.

6. Edington J. M., Hildrew A. G. Caselless caddis larvae of the British Isles with notes on their ecology. *Freshwater Biol. Associat. Sci. Publ.*, 1981, vol. 43, pp. 1–59.

7. Widerholm T. Use of benthos in Lake monitoring. *Journal of the Water Pollution Control Federation. Publ.*, 1980, no. 52, pp. 537–547.

УДК 504.05/06

ОЦЕНКА РИСКА ИСТОЧНИКОВ ОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Сергей Александрович Татаринцев, аспирант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, tatarintsev86@yandex.ru

Александр Николаевич Бармин, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, abarmin60@mail.ru

Евгений Александрович Колчин, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, eakol4in@rambler.ru

Николай Сергеевич Шубаев, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, shuvns@rambler.ru

Альбина Юрьевна Татаринцева, магистрант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, tatarintseva1989@mail.ru

В настоящее время рост производственной базы, использование все более сложных технологических систем, увеличение количества потребляемой человечеством энергии обусловили рост аварий и катастроф. Опасность созданной человеком техносферы связана,