

УДК 574.5.:504.054

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ФИТОПЛАНКТОНА НИЖНЕГО ДОНА

О. С. Решетняк^{1,2}, М. Ю. Кондакова¹, Л. С. Косменко¹, В. А. Брызгалов³

¹Гидрохимический институт (ФГБУ «ГХИ»), Ростов-на-Дону 344090, Россия

²Института наук о Земле ЮФУ, Ростов-на-Дону 344090, Россия

³Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт (ФГБУ «АНИИ»),
Санкт-Петербург 199397, Россия

E-mail: olgare1@mail.ru; vesna-dm@mail.ru; l.kosmenko@gidrohim.com

Аннотация. Рассмотрена изменчивость количественных и качественных показателей развития фитопланктонных сообществ на различных участках Нижнего Дона. Показано, что характерной чертой развития фитопланктона за многолетний период (1981–2011 гг.) является высокая изменчивость количественных показателей, что говорит о неустойчивом состоянии сообщества. В составе фитопланктона фиксировалось от 7 до 82 видов, доминирующий комплекс составляли диатомовые и зеленые водоросли. Антропогенное воздействие на экосистемы в нижнем течении р. Дон может вызывать как эвтрофирующий, так и токсичный отклик сообщества, сопровождаемый структурными преобразованиями.

Ключевые слова: фитопланктон, экосистема Нижнего Дона, отклик экосистемы

REGIONAL FEATURES OF VARIABILITY IN STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE LOWER DON PHYTOPLANKTON

O. S. Reshetnyak^{1,2}, M. Yu. Kondakova¹, L. S. Kosmenko¹, V. A. Bryzgalov³

¹Hydrochemical Institute (FSBI "HCI"), Rostov-on-Don 344090, Russia

²Institute of Earth Sciences SFU, Rostov-on-Don 344090, Russia

³Arctic and Antarctic Research Institute (FSBI "AARI"), St. Petersburg 199397, Russia

E-mail: olgare1@mail.ru; vesna-dm@mail.ru; l.kosmenko@gidrohim.com

Abstract. The variability of quantitative and qualitative parameters of phytoplankton communities in different parts of Lower Don was considered. It is shown that the characteristic feature of the development of phytoplankton for long period (1981–2011) was high variability of quantitative indicators, suggesting an unstable state of the community. In the phytoplankton species composition, from 7 to 82 species was recorded; the dominant ones were diatoms and green algae. Anthropogenic pressure on ecosystems in the lower reaches of the River Don can cause both eutrophic and toxic response from the community, accompanied by structural changes.

Keywords: phytoplankton, Lower Don ecosystem, ecosystem response

ВВЕДЕНИЕ

Река Дон — крупнейшая водная артерия Юга России — основной источник водоснабжения для городов, населенных пунктов, различных отраслей промышленности, сельского и жилищно-коммунального хозяйства. Вода реки в нижнем течении загрязняется сточными водами промышленных предприятий

черной и цветной металлургии, шахтными водами (через притоки бассейнов Тузлова и Северского Донца), а также хозяйственно-бытовыми и сельскохозяйственными стоками.

Высокая антропогенная нагрузка на водные экосистемы приводит к загрязнению поверхностных вод и, как следствие, ухудшению их экологического состояния, проявляющегося в изменчивости развития планктонных организмов, снижении видового разнообразия, выходе на доминирующее положение отдельных видов водных организмов, чаще всего, представителей загрязненных вод, и усилении процессов эвтрофирования речной экосистемы и «цветении» воды (Никаноров, Брызгалов, Решетняк, 2012).

Качество воды определяется не только большим объемом водоотведения предприятий и высокой долей загрязненных вод в общем объеме сброса, но и диффузными источниками загрязнения, среди которых основную роль играет сельское хозяйство. Дополнительное поступление в экосистему реки биогенных и органических веществ не только может активизировать процессы эвтрофирования, но и способствовать трансформации фитопланктонных сообществ. В связи с этим изучение региональных особенностей изменчивости структурной организации фитопланктона экосистемы Нижнего Дона является актуальной задачей.

Фитопланктон, являясь важнейшим элементом биотической компоненты водных экосистем, активно участвует в формировании качества воды. Индикаторные свойства сообщества проявляются как в изменении видового и группового состава, так и в количественных показателях его развития. Последствия антропогенного воздействия и увеличение степени загрязненности водной среды могут вызывать как эвтрофирующий, так и регрессирующий эффекты в развитии этой группы гидробионтов (РД 52.24.633-2002; Никаноров, Брызгалов, Решетняк, 2012).

Изменчивость количественных и качественных показателей развития фитопланктона прослежена на основе анализа многолетней (1985–2011 гг.) режимной гидробиологической информации государственной системы наблюдений (ГСН) на различных участках р. Дон в нижнем течении от г. Волгодонска до г. Азов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Характерной чертой развития фитопланктона в нижнем течении р. Дон является высокая внутри- и межгодовая изменчивость его численности, что говорит о неустойчивом состоянии сообщества (Водная экосистема..., 2006).

Анализ многолетней гидробиологической информации за 1985–2011 гг. по качественным и количественным показателям развития сообществ водных организмов показал довольно значительную пространственную неоднородность уровня развития планктонных организмов. За исследуемый период изменчивость диапазонов значений общей численности фитопланктона достигала от 0,37–5,55 тыс. кл/мл у ст-цы Раздорская до 0,22–31,4 тыс. кл/мл у х. Колузаево и 0,10–16,9 (с аномально высоким разовым значением 101,6 тыс. кл/мл в 1998 г.) выше г. Ростов-на-Дону, а в составе фитопланктона фиксировалось от 7 до 82 видов (табл. 1).

Сравнительный анализ характера развития фитопланктонных сообществ водных организмов по результатам наблюдений за два периода 1985–2000 и 2001–2011 гг. показал, что в целом состояние фитопланктона несколько изменилось в сторону:

- расширения численности и числа видов — на участках Дона у г. Семикаракорск, ст-цы Раздорская и р.п. Багаевский;
- снижения численности и видового разнообразия фитопланктона — в районе г. Ростова-на-Дону и х. Колузаева (что может свидетельствовать об усилении токсической нагрузки);
- незначительного снижения числа видов на фоне незначительно изменяющейся численности сообщества — на участке реки у г. Азов.

На участке реки Дон в районе г. Константиновск фитопланктонное сообщество в многолетнем аспекте характеризуется малой изменчивостью (то есть относительно стабильно).

В целом на исследуемом участке реки видовое разнообразие и состав доминирующего комплекса существенно не меняется. Доминирующей в весенний и осенний периоды, в основном, является диатомовая водоросль *Melosira islandica*, субдоминантой — *Stephanodiscus hantzschii*. Последний вид водорослей является типичной для экосистемы Нижнего Дона доминантой и вызывает в апреле пик «цветения»

Таблица 1

**Пространственно-временная неоднородность развития фитопланктонных сообществ
в нижнем течении реки Дон**

Пункт наблюдений	Диапазон значений показателя			
	численность, тыс. кл/мл	число видов	численность, тыс. кл/мл	число видов
	1985–2000 гг.		2001–2011 гг.	
г. Волгодонск	0,20–28,8	10–27	н.д.	н.д.
г. Константиновск	0,24–9,42	10–25	0,13–11,0	10–26
г. Семикаракорск	0,28–10,7	11–27	0,21–19,3	13–41
ст. Раздорская	0,37–5,55	11–21	0,35–18,6	17–35
р.п. Багаевский	0,25–6,40	19–26	0,24–20,6	15–38
г. Ростов-на-Дону, выше города	0,10–16,9 (101,6)*	7–65	0,31–12,2	11–35
г. Ростов-на-Дону, ниже сброса ГОС	0,18–19,2	8–82	0,23–5,11	9–37
х. Колузаево	0,22–31,4	10–31	0,32–9,06	10–40
г. Азов	0,21–8,40	9–65	0,28–10,5	11–42

Примечание: *аномально высокое значение 101,6 тыс. кл/мл наблюдалось 22.09.1998 г. (была зафиксирована вспышка развития *Oscillatoria limnetica*, α - β , доля которой в фитопланктоне составила 63 %).

водорослей». В летне-осенний период происходит усиление роли синезеленых водорослей и высокие величины их относительной численности фиксируются периодически на всех исследуемых участках.

Характеристика доминирующего комплекса фитопланктона на отдельных участках Нижнего Дона за многолетний период представлена в табл. 2. Диапазон колебания числа видов и их относительной численности достигал на отдельных участках низовья р. Дон 8–82 вида и 40–87 % соответственно (табл. 2).

Таблица 2

**Характеристика доминирующего комплекса фитопланктона на отдельных участках
Нижнего Дона (Никаноров, Брызгалю, Кондакова, 2012)**

Пункты наблюдений	Число видов	Относительная численность доминирующих видов, %				
		<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	<i>Melosira islandica</i>	<i>Skeletonema subsalsum</i>	<i>Oscillatoria limnetica</i>	<i>Aphanizomenon Flos-aquae</i>
р.п. Багаевский	19–26	40	43	–	32	–
г. Ростов-на-Дону, выше города	7–65	40–87	40–83	–	63	62
г. Ростов-на-Дону, ниже сброса ПО «Водоканал»	8–82	42–79	40–74	64	61	75
х. Колузаево	10–31	40–84	42–82	65	–	51

К числу характерных особенностей трансформации структурной организации сообщества следует отнести изменчивость видового состава доминирующего комплекса с общей тенденцией ослабления, а в отдельные годы в значительном угнетении развития зеленых водорослей даже в периоды их естественной вегетации.

Так за исследуемый период относительная численность группы зеленых водорослей колебалась от 0–5 % до 58 %, а диапазон наиболее часто встречаемых значений составлял 11–26 % (Никаноров, Брызгалю, Кондакова, 2012). Довольно заметны также тенденции:

- выхода на доминирующее положение одного–двух видов из группы диатомовых (*Melosira islandica*, *Skeletonema subsalsum*, *Stephanodiscus hantzschii*) и синезеленых (*Aphanizomenon flos-aquae* или *Microcystis aeruginosa* и *M. pulverea*) в периоды максимального развития сообщества;
- сохранение тенденции снижения роли зеленых водорослей даже в периоды их естественного развития на фоне возрастания относительной численности пиропитовых.

На основе характера изменчивости уровня развития планктонных сообществ водных организмов, встречаемость как аномально высоких, так и низких значений численности водных организмов, можно проследить отклик экосистемы на антропогенное воздействие на нижнем участке р. Дон. Усиление антропогенного воздействия может вызывать как эвтрофирующий, так и токсичный отклик биоценозов, сопровождаемый серьезными структурными преобразованиями отдельных трофических уровней (Никаноров, Брызгалов, 2006). Несмотря на низкую частоту встречаемости аномально высоких значений численности фитопланктона на нижних участках р. Дон, **можно говорить о периодическом усилении процесса антропогенного эвтрофирования**, вызывающего в эти периоды заметные изменения структуры сообществ за счет модификации видового состава доминирующего комплекса и тенденции выхода на доминирующее положение отдельных видов синезеленых водорослей (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis pulverea*, *Oscillatoria limnetica*).

По характеру отклика сообщества на антропогенное воздействие можно выделить два участка, принципиально отличные по характеру развития водорослей при антропогенном воздействии. Это участок р. Дон от г. Волгодонск до р.п. Багаевский, где отмечено усиление процесса антропогенного эвтрофирования, и устьевой участок реки ниже г. Ростов-на-Дону, где наблюдался токсический эффект антропогенного воздействия (табл. 3).

Таблица 3

Характер отклика фитопланктона отдельных участков Нижнего Дона на антропогенное воздействие (Никаноров, Брызгалов, Кондакова, 2012)

Пункты наблюдений	Статистические характеристики*					Эффект антропогенного воздействия
	P_0	$M_{оч}$	α_1 высоких	α_2 низких	$M_{ов}$	
г. Волгодонск	14	3,7	13	17	20	низкий эвтрофирующий
г. Ростов-на-Дону, выше города	20	2,1	11	29	20	низкий эвтрофирующий
г. Ростов-на-Дону, ниже сброса ГОС	35	1,1	11	29	20	средний эвтрофирующий
х. Колузаево	52	0,98	0	53	16	средний токсичный
г. Азов	41	1,3	0	32	21	средний токсичный

Примечания: * P_0 — плотность вариационного ряда значений общей численности;
 $M_{оч}$ — мода по наиболее часто встречаемым значениям численности;
 α_1 и α_2 — частоты обнаружения высоких или низких значений общей численности;
 $M_{ов}$ — мода по наиболее часто встречаемым значениям общего числа видов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований можно сказать, что антропогенная трансформация компонентного состава водной среды на отдельных участках Нижнего Дона вызвала, в первую очередь, заметное расширение межгодовых и внутригодовых диапазонов колебаний общей численности, видового разнообразия и относительной численности доминирующих видов водорослей.

Анализ видового состава и структурной организации летнего фитопланктона за многолетний период позволил выделить три различных участка в нижнем течении Дона:

- ниже г. Волгодонск, где в составе сообщества доминируют диатомовые и синезеленые группы и такие виды, как *Oscillatoria limnetica*, *Melosira granulata*, *Cryptomonas gracilis*;
- г. Семикаракорск – х. Колузаево, где на доминирующее положение может выйти любая из групп сообщества и такие виды как *Oscillatoria limnetica*, *Melosira granulata*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Melosira islandica*, *Thalassiosira variabilis*, *Cryptomonas gracilis*;
- у г. Азов, где доминирует только группа диатомовых и виды из рода *Melosira* и *Stephanodiscus*.

На основе анализа характера изменчивости уровня развития фитопланктонных сообществ водных организмов, встречаемости как аномально высоких, так и низких значений численности водных организмов, сделан вывод о том, что антропогенное воздействие на нижние участки р. Дон может вызывать как эвтрофирующий, так и токсичный отклик биоценозов, сопровождаемый структурными преобразованиями сообщества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Водная экосистема Нижнего Дона: многолетние изменения качества воды* / под ред. чл.-корр. РАН А.М. Никанорова, д. б. н. Т.А. Хоружей, к. х. н. Л.И. Мининой. СПб: Гидрометеиздат, 2006. 307 с.
- Никаноров А.М., Брызгалов В.А.* Пресноводные экосистемы в импактных районах России. Ростов-н/Д.: Изд-во «НОК», 2006. 275 с.
- Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Кондакова М.Ю.* Реки России / Реки Приазовья (гидрохимия и гидроэкология). Ростов-н/Д.: Изд-во «НОК», 2012. Ч. 5. 316 с.
- Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Решетняк О.С.* Реки России в условиях чрезвычайных экологических ситуаций. Ростов-н/Д.: Изд-во «НОК», 2012. 310 с.
- РД 52.24.633-2002.* Методические указания. Методические основы создания и функционирования подсистемы мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем. СПб: Гидрометеиздат, 2003. 32 с.