

УДК: 574.5.: 504.054

Пространственно-временная изменчивость состояния фитопланктона реки Северский Донец

Решетняк О. С.

Рассмотрена изменчивость количественных и качественных показателей развития фитопланктонных сообществ на различных участках р. Северский Донец. Показано, что характерной чертой развития фитопланктона в период 2002—2011 гг. является высокая изменчивость количественных показателей, что говорит о неустойчивом состоянии сообщества. В составе фитопланктона фиксировалось от 10 до 39 видов, доминирующий комплекс составляли диатомовые и зеленые водоросли. Водные экосистемы по уровню развития фитопланктона находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Ключевые слова: *фитопланктон, Северский Донец, состояние экосистемы.*

Spatio-temporal variability of phytoplankton state of the Seversky Donets River

Reshetnyak O. S.

It was considered the variability of quantitative and qualitative indicators of phytoplankton communities in different parts of Seversky Donets. It is shown that the characteristic feature of the development of phytoplankton in period 2002—2011 is high variability of quantitative indicators, suggesting an unstable state community. In the composition of phytoplankton was recorded from 12 to 39 species, the dominant complex were compiled diatoms and green algae. Aquatic ecosystems are able to anthropogenic ecological stress by level of phytoplankton development.

Keywords: *phytoplankton, the Seversky Donets River, state of ecosystem.*

Введение

В современных условиях антропогенного воздействия на водные объекты изучение изменчивости состояния речных экосистем является одной из актуальных геоэкологических задач. Высокая антропогенная нагрузка на водные экосистемы приводит к нарушению их экологического состояния, которое проявляется в изменчивости состояния гидробиоценозов, в снижении видового разнообразия, выходе на доминирующее положение отдельных видов водных организмов, чаще всего, представителей загрязненных вод, и «цветении» воды, как следствии усиления процессов эвтрофирования речной экосистемы.

Северский Донец — крупный приток р. Дон, интенсивно используется в хозяйстве, является трансграничным водным объектом. Вода реки загрязняется сточными водами промышленных предприятий черной и цветной металлургии, шахтными водами, а также хозяйственно-бытовыми и сельско-хозяйственными стоками.

По данным режимных наблюдений Росгидромета, осуществляемых в рамках выполнения комплекса работ по оценке загрязнения трансграничных участков рек, вода в бассейне р. Северский Донец оценивается как «загрязненная» и «грязная» [1, 5]. 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.

Цель исследования — оценка пространственно-временной изменчивости уровня развития фитопланктона реки Северский Донец и эффекта антропогенного воздействия на экосистемы (отклик сообщества на внешнее воздействие).

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка пространственно-временной изменчивости уровня развития фитопланктона реки Северский Донец

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

[8]. Последствия антропогенного воздействия и увеличение степени загрязненности водной среды могут вызывать как эвтрофирующий, так и регрессирующий эффекты в развитии фитопланктонных сообществ [4].

Изменчивость количественных и качественных показателей развития фитопланктонных сообществ прослежена на основе анализа многолетней (2002—2011 гг.) режимной гидробиологической информации государственной службы наблюдений (ГСН) [2] о состоянии водных экосистем на различных участках р. Северский Донец (в пределах Ростовской области): х. Поповка, г. Каменск-Шахтинский, г. Белая Калитва и р. п. Усть-Донецкий. Гидробиологические наблюдения не достаточно регулярны в отдельных пунктах наблюдения, что осложняет полноценную оценку уровня развития и состояния фитопланктона.

Характерной чертой развития фитопланктона р. Северский Донец в исследуемый период является высокая внутри- и межгодовая изменчивость количественных показателей, что говорит о неустойчивом состоянии сообщества.

Уровень развития сообщества значительно варьируется по длине водотока. Так, максимальные значения общей численности фитопланктона у г. Белая Калитва изменялись от 0,94 до 22,5 тыс. кл/см³, а в устье реки в районе р. п. Усть-Донецкий — от 6,48 до 19,5 тыс. кл/см³. В составе фитопланктона р. Северский Донец в пунктах наблюдений обнаружено от 12 до 39 видов и разновидностей водорослей (таблица 1). Можно отметить также увеличение видового разнообразия сообщества в последние годы.

На протяжении десяти лет существенно не менялся состав доминирующего комплекса и основу фитопланктона составляли диатомовые и зеленые водоросли. При этом максимальные значения общей численности сообщества были связаны с массовым развитием весной α -сапробной диатомовой водоросли *Stephanodiscus hantzschii* и β -сапробной диатомовой водоросли *Melosira islandica s. helvetica* с высокой относительной численностью данных видов (таблица 2).

Таблица 1 — Межгодовая изменчивость уровня развития фитопланктона р. Северский Донец (в числителе — общая численность, тыс. кл/см³; в знаменателе — число видов)

Годы наблюдений	Пункт наблюдений			
	х. Поповка	г. Каменск-Шахтинский	г. Белая Калитва	Устье
2002	–	0,21—0,29 25—31	0,77—5,16 24—34	1,22 27
2003	0,08 12	0,84—1,08 15—22	0,07—0,94 10—19	1,50 24
2004	0,26—0,76 14—17	0,23—1,45 19—25	0,36—5,12 15—26	0,31—10,3 14—19
2005	–	–	0,29—22,5 13—30	0,54 12
2006	–	–	0,41—12,0 19—25	1,97—19,5 16—30
2007	–	–	1,25—3,95 17—24	2,14—6,48 27—33
2008	1,05—2,27 19—24	–	0,69—7,02 17—22	3,2—31,81 16—31
2009	1,61—6,62 27—39	–	1,4—9,73 24—26	0,84—31,26 21—24
2010	0,55—12,5 23—35	–	0,5—4,55 25—28	0,9—2,71 26—34
2011	4,88—0,35 21—39	–	2,31—10,14 25—36	2,19—6,06 31—36

Примечание: прочерк означает, что определения не проводились.

Таблица 2 — Характеристика фитопланктонных сообществ р. Северский Донец в периоды максимального развития

Пункт наблюдений	Дата отбора пробы	Общая численность, тыс.кл./см ³	Доминирующий вид	Относительная численность, %
х. Поповка	VIII.2010	12,5	Melosira granulata	27,5
г. Белая Калитва	V.2005	22,5	Stephanodiscus hantzschii	61
	V.2006	12,0	Stephanodiscus hantzschii	65
	V.2011	10,14	Melosira islandica s.helvetica	69
Устье	VIII.2004	10,3	Melosira islandica s. helvetica	88
	V.2006	19,5	Stephanodiscus hantzschii	44
	V.2008	31,81	Melosira islandica s.helvetica	91,5
	VII.2006	15,16	Cryptomonas caudata	28,5
	VII.2009	31,26	Melosira islandica s.helvetica	89

В створе х. Поповка основу фитопланктона составляли диатомовые водоросли (за исключением августа 2010 г., когда доминировали зеленые водоросли). Число видов фитопланктона в пробах изменялось в пределах 12—39. Максимальное число видов зарегистрировано в апреле 2009 г., доминирующим видом в этот период являлась диатомовая *Stephanodiscus hantzschii* (33,1 % от общей численности), а также — в июле 2011 г., доминировала диатомовая водоросль *Nitzschia Kutzingiana* (17,8 % от общей численности). Снижение уровня развития сообщества и минимальное количество видов фиксировалось в сентябре 2003 г., доминировал α - β -сапробный вид *Cyclotella meneghiniana* (41,5 % от общей численности) [2].

По гидробиологическим показателям степень загрязненности воды р. Северский Донец в створе х. Поповка оценивается как «умеренно загрязненная» (индекс сапробности 2,03—2,56). Экологическая ситуация на данном участке реки существенно не менялась на протяжении всего периода исследований. Сообщества фитопланктона находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения [3].

В створе г. Белая Калитва (в черте города) доминирующий комплекс фитопланктона формируют диатомовые и зеленые водоросли. В последние годы (2009—2011) наблюдается тенденция выхода на доминирующее положение зеленых водорослей. По сезонам отмечено преобладание зеленых водорослей весной и летом, а диатомовых — осенью [2].

Число видов в пробах варьировало в пределах 10—36. Максимальное число видов зарегистрировано в августе 2011 г., доминирующим видом являлась диатомовая *Melosira granulata* (24,6 % от общей численности). В ноябре 2003, когда число видов было минимальным, основу фитопланктона составляли виды рода *Nitzschia*—*N. sigmoidae* (19 %) и *N. dissipata* (14,2 % от общей численности).

В течение исследуемого периода значения индекса сапробности находились в пределах 2,05—2,56. По уровню загрязненности воды р. Северский Донец в створе г. Белая Калитва оцениваются как «умеренно загрязненные». Значительных колебаний в экологическом состоянии экосистемы не отмечалось и сообщества фитопланктона функционируют в состоянии антропогенного экологического напряжения [3].

В створе 0,5 км выше устья у р. п. Усть-Донецкий в качестве доминантов присутствовали либо зеленые либо диатомовые водоросли. Диатомовые водоросли доминировали в период с 2002 по 2005 гг., потом произошла смена доминирующего комплекса и с 2006 по 2008 гг. преобладали зеленые водоросли. В последние годы в доминирующем комплексе фитопланктоне присутствовали диатомовые и зеленые водоросли [2].

За период исследования всего встречено 12—36 видов. Максимальное число видов зарегистрировано в мае 2011 г., доминировал диатомовый вид *Diatoma elongatum* (13,6 % от общей численности). Снижение числа видов отмечено в октябре 2005 г., при доминировании синезеленой водоросли *Oscillatoria lacustris* (28,6 % от общей численности).

Индекс сапробности во всех отобранных пробах на данном участке реки Северский Донец варьировал от 2,01 до 2,18, что соответствует III классу и позволяет оценить качество воды как «умеренно загрязненные».

Экологическая ситуация на нижнем участке реки существенно не менялась и сообщества фитопланктона также находились в состоянии антропогенного экологического напряжения [3].

Оценка эффекта антропогенного воздействия на водные экосистемы реки Северский Донец

При оценке экологического состояния водных экосистем необходимо определить вероятные изменения водной экосистемы под влиянием антропогенных и иных воздействий. Это возможно на основе анализа совокупности абиотических и биотических параметров функционирования экосистемы, а также уровня структурно-функциональной организации сообществ водных организмов.

Как было отмечено ранее, усиление антропогенного воздействия может вызывать как эвтрофирующий, так и регрессирующий эффекты в развитии сообществ водных организмов (в том числе и фитопланктона) [4].

Для выявления направленности внутрисистемных процессов необходимо, в первую очередь, определить эффект антропогенного воздействия на биотическую компоненту экосистемы, который определяется по характеру пространственно-временного распределения общей численности фито-

планктона путем статистической обработки многолетней режимной гидро-биологической информации [6, 7].

Характер вариаций значений общей численности фитопланктона определяют по относительной плотности вариационного ряда P_0 и моде M_0 модального интервала. Определив эти статистические характеристики вариации общей численности фитопланктона, сравнивают полученные значения с критериями, приведенными в классификаторе оценки эффекта антропогенного воздействия, и, таким образом, устанавливается направленность преобладающего процесса: антропогенное эвтрофирование или антропогенный экологический регресс.

Уровень антропогенного эвтрофирования или экологического регресса также может быть оценен по совокупности статистических характеристик гидробиологических показателей по приведенным классификаторам в руководящих документах Росгидромета (РД 52.24.633; Р 52.24.661).

Статистическая обработка гидробиологической информации за период с 2002 по 2011 год позволила определить статистические характеристики вариации общей численности фитопланктона и эффект антропогенного воздействия на водные экосистемы реки Северский Донец. Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Выявлено, что в новом тысячелетии водные экосистемы различных участков реки находятся в состоянии антропогенного напряжения с элементами экологического регресса и антропогенного напряжения с элементами эвтрофирования на устьевом участке.

Заключение

Экологическая обстановка на территории бассейна Северский Донец остается напряженной и высокая антропогенная нагрузка на водные экосистемы может вызывать нарушение их экологического состояния. Поэтому оценка изменчивости уровня развития фитопланктона и состояния речных экосистем является одной из важных задач в области рационального природопользования и охраны водных ресурсов.

Таблица 3 — Эффект антропогенного воздействия на водные экосистемы р. Северский Донец

Пункт наблюдений	Статистические характеристики вариации общей численности фитопланктона		
	По, %	Моч, тыс.кл/см ³	Эффект антропогенного воздействия
х. Поповка	32,6	1,27	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса
г. Белая Калитва	23,3	1,67	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса
р. п. Усть-Донецкий	21,0	2,04	Антропогенное напряжение с элементами эвтрофирования

Характерной чертой развития фитопланктона р. Северский Донец на всех исследуемых участках в период 2002—2011 гг. являлась высокая внутри- и межгодовая изменчивость количественных показателей, что говорит о неустойчивом состоянии сообщества.

За исследуемый период времени в составе фитопланктона обследованных створов р. Северский Донец выявлялось от 12 до 39 видов и разновидностей водорослей. На протяжении более чем десяти лет существенно не менялся состав доминирующего комплекса, основу фитопланктона составляли диатомовые и зеленые водоросли.

Воды р. Северский Донец в пределах Ростовской области оцениваются как «умеренно загрязненные» по гидробиологическим показателям. Экологическая ситуация существенно не менялась на протяжении всего периода исследований. Водные экосистемы по уровню развития фитопланктона находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Результаты статистической обработки гидробиологической информации позволили определить эффект антропогенного воздействия на водные экосистемы реки Северский Донец, который проявляется в том, что экосистемы реки на различных участках находятся в состоянии антропогенного напряжения с элементами экологического регресса, а в устье реки — проявляется эвтрофирующий эффект антропогенного воздействия.

Список литературы

1. 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.
2. Ежегодники качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям на территории деятельности Северо-Кавказского УГМС за 2000—2011 гг. — Ростов-на-Дону, СК УГМС, 2001—2012 гг.
3. Ежегодники состояния экосистем поверхностных вод России (по гидробиологическим показателям) за 2007—2010 гг. / Под научной редакцией проф., д.б.н. В. А. Абакумова. М.: Росгидромет, 2008—2011. (<http://www.igce.ru/>).
4. Никаноров А. М., Брызгалов В. А. Пресноводные экосистемы в импактных районах России. Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2006. — 275 с.
5. Решетняк О. С., Лаврищев А. С. Оценка изменчивости экологического состояния реки Северский Донец (в пределах Ростовской области) // Эколого-биологические проблемы вод и биоресурсов; пути решения: Сборник научных трудов заочной Всероссийской конференции с международным участием, Ульяновск, 2012. — С. 109—111.
6. Р 52.24.661-2004. Рекомендации. Оценка риска антропогенного воздействия приоритетных загрязняющих веществ на поверхностные воды суши. М.: Изд-во Метеоагентства Росгидромета. 2006. — 26 с.
7. РД 52.24.633-2002. Методические указания. Методические основы создания и функционирования подсистемы мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 2003. — 32 с.
8. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В. А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. — 318 с.