



УДК 556.55.114:574

**INTEGRATED APPROACH TO THE ESTIMATION OF THE  
ECOLOGICAL WELL-BEING OF FRESHWATER ECOSYSTEMS BY  
BIOLOGICAL AND CHEMICAL INDICATORS  
ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
БЛАГОПОЛУЧИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ ПО КОМПЛЕКСУ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

**Khorugaja T.A. / Хоружая Т.А.***d.b.s., prof. / д.б.н., проф*

**Аннотация.** Комплекс показателей экологического благополучия/неблагополучия, рекомендованный нормативно-методическим документом Росгидромета Р 52.24.763-2012 (Оценка состояния пресноводных экосистем по комплексу химико-биологических показателей), был применен для анализа негативных изменений состояния Цимлянского, Пролетарского и Веселовского водохранилищ, расположенных в бассейне Нижнего Дона на юге России. Для анализа была использована информация государственного мониторинга Росгидромета и данные экспедиционных исследований. Информация включала данные по гидробиологическим, токсикологическим (биотестовым) и физико-химическим показателям, полученным на единой методической основе.

Анализ показал, что на водохранилищах периодически выявляются состояния экологического неблагополучия: экологическое напряжение, чрезвычайная экологическая ситуация и экологическое бедствие. Результаты были рассмотрены с точки зрения значимости отдельных показателей в формировании экологического неблагополучия путем оценки их доли (в процентах) от общего числа, выявленного за многолетний период. Выбраны показатели и параметры, наиболее значимые для развития многолетних негативных изменений на каждом из водохранилищ, что позволяет использовать их для интегральной оценки состояния и роли в формировании экологического неблагополучия водных экосистем водохранилищ и определить направления реабилитации.

**Ключевые слова:** водохранилища юга России, состояние, экологическое неблагополучие, гидробиологические, биотестовые и физико-химические показатели

**Вступление.** Среди многочисленных характеристик водных объектов, в том числе водохранилищ, следует особо выделить такой показатель как состояние их экологического благополучия, нарушение которого приводит к негативным последствиям. Наиболее опасными представляются крайние степени неблагополучия, которые еще в 90-х годах прошлого столетия были обозначены как «чрезвычайная экологическая ситуация» (ЧЭС) и «экологическое бедствие» (ЭБ), которым предшествует экологическое напряжение (ЭН) [1]. При этом зона ЧЭС характеризуется угрозой нарушений, тогда как зона ЭБ - необратимыми изменениями в водной экосистеме. Задача выявления зон экологического неблагополучия на водных объектах не утратит актуальности и в ближайшем будущем в связи с постоянным ростом антропогенных нагрузок и вызываемыми негативными последствиями.

**Основной текст.** Особую важность для водных ресурсов России имеют природно-техногенные водные объекты – водохранилища. На юге России это Цимлянское, Пролетарское и Веселовское водохранилища, расположенные в бассейне Нижнего Дона. Они имеют существенное народно-хозяйственное значение и являются объектами государственного мониторинга Росгидромета.



Водохранилища находятся в сходных климатических условиях, но различаются по гидрохимическому режиму, минерализации, составу загрязнения и характерным загрязняющим и биогенным веществам. Особенно они отличаются гидробиологическими характеристиками: развитием фитопланктона и синезеленых водорослей (цианобактерий), степенью трофности и «цветения» воды.

Водохранилища используются уже более 50 лет; анализу их состояния посвящены многочисленные исследования. Однако оценке их экологического благополучия уделяется недостаточно внимания, на что указывают единичные публикации. Из наших предыдущих исследований [2], очевидно, что на этих водохранилищах выявляются признаки ЭБ. В настоящей работе поставлена задача определить вклад отдельных групп показателей в формирование неблагоприятного состояния Цимлянского, Пролетарского и Веселовского водохранилищ и сравнить с относительно удовлетворительным (ОУ) состоянием. Для этого в качестве матрицы был применен набор, рекомендованный нормативно-методическим документом Росгидромета Р 52.24.763-2012 [3] и определена значимость каждого показателя путем оценки его доли (в процентах) от числа случаев ЧЭС, ЭБ и ЭН за многолетний период.

Долю показателей рассчитывали в процентах от их общего числа, которое принимали за 100%. Число рассмотренных показателей по водохранилищам отличается, так как имеющаяся информация по перечням показателей по этим водоемам совпадает не полностью. Всего выявлено 16 и 14 показателей соответственно для Цимлянского и Маньчских водохранилищ.

Сравнение относительной значимости групп показателей в формировании состояний экологического благополучия/неблагополучия Цимлянского и Маньчских (Пролетарского и Веселовского) представлено в таблице 1.

Таблица 1

**Относительная значимость групп показателей состояний экологического благополучия/неблагополучия Цимлянского и Маньчских водохранилищ (Пролетарского и Веселовского) за многолетний период**

Группы показателей	Доля показателей, по которым выявлены состояния, % от общего числа							
	ОУ		ЭН		ЧЭС		ЭБ	
	Ц	М	Ц	М	Ц	М	Ц	М
Биологические: гидробиологические и биотестовые	23	77	38	69	38	38	54	0
Физико-химические	44	43	44	64	62	64	50	50

*Примечания. Учтены наихудшие из различных состояний за многолетний период. Условные обозначения: ОУ – относительно удовлетворительное состояние; ЭН – экологическое напряжение; ЧЭС – чрезвычайная экологическая ситуация; ЭБ – экологическое бедствие. Ц – Цимлянское водохранилище; М – Маньчские водохранилища.*



Оценки по одному и тому же показателю в разные годы многолетнего периода иногда указывали на разные состояния – в зависимости от параметров; суммация показателей в этой связи не имеет смысла. Например, за все годы наблюдений ОУ- состояние выявлено на Цимлянском водохранилище по всем биологическим показателям, что составляет 3/13, 23 % (левая верхняя ячейка таблицы 1).

Установлено, что различия относительной значимости групп показателей выявляются еще до появления признаков экологического неблагополучия – для ОУ-состояния. Последнее на Цимлянском водохранилище чаще определяется по физико-химическим показателям, чем по биологическим (44 % против 23%), а на Манычских водохранилищах, наоборот, чаще по биологическим (77 % против 43 %). При формировании ЧЭС изменения роли физико-химических показателей более выражены по сравнению с биологическими на всех водохранилищах: 62 % против 38 % на Цимлянском и 64 % против 38 % на Манычских водохранилищах. Совершенно иная ситуация складывается при ЭБ: на Цимлянском водохранилище ЭБ определяется по обоим группам показателей (50 % и 54 % соответственно); на Манычских оно выявлено только по физико-химическим показателям. Биологические показатели здесь не играли роли.

На Цимлянском водохранилище роль биологических показателей по мере ухудшения состояния экосистемы возрастает: вклад их в ОУ-состояние составляет всего 23 % и увеличивается до 38% в состоянии ЧЭС и до 54 % в состоянии ЭБ. На Манычских водохранилищах ситуация другая. Вклад биологических показателей в формирование ОУ- состояния весьма велик (77 % против 23 % на Цимле) и снижается по мере нарастания негативных изменений. Для состояния ЧЭС на Манычских водохранилищах это 39%, а для ЭБ она нулевая, т.е. проявлений ЭБ не отмечается и практически в его формировании биота не участвует. Таким образом, биологические показатели состояния Манычских водохранилищ, свидетельствуют о его относительной стабильности.

Что касается физико-химических показателей, то их роль велика на всех водохранилищах уже в ОУ- состоянии (43-44%), в состоянии ЧЭС она растет и ее значимость примерно одинакова на Цимлянском и Манычских водохранилищах (62 и 64 %), затем к состоянию ЭБ она снижается, причем одинаково на всех водохранилищах (до 50 %).

Таким образом, если тенденции изменений роли биологических показателей в процессе формирования экологического неблагополучия различаются на водохранилищах, то физико-химические показатели «ведут» себя сходно. Изменения их роли, связанные с антропогенными воздействиями, обнаруживаются еще на стадии ЧЭС, когда еще можно изменить ситуацию к лучшему. К сожалению, сравнение водохранилищ показывает, что для Цимлянского водохранилища изменения биоты представляют собой существенную угрозу, причем состояние водной экосистемы Цимлянского водохранилища оказалось нарушенным в большей степени, чем Манычских.

**Заключение.** На примере Цимлянского, Пролетарского и Веселовского



водохранилищ разработан новый интегральный подход к анализу развития негативных изменений состояния водных объектов по комплексу биологических и физико-химических показателей на основе анализа их значимости в формировании экологического неблагополучия. Описанный подход позволяет использовать такие показатели экологического благополучия/неблагополучия для интегральной оценки состояния водохранилищ и изменений за многолетний период и открывает дополнительные возможности в определении направлений реабилитации водных объектов.

#### Литература:

1. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия // Зеленый Мир. Российская экологическая газета.1994. № 12. – 8 с.
2. Хоружая Т.А., Минина Л.И. Проявление признаков экологического бедствия на крупных водохранилищах юга России//Сборник научных трудов Всероссийской научн.конф. «Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г.» 6-11 июля 2015 г. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2015. Т. 1 – С. 379-385.
3. Р 52.24.763-2012. Оценка состояния пресноводных экосистем по комплексу химико-биологических показателей. Ростов-на-Дону, 2012. – 22 с.

#### References:

1. Criteria for assessing the ecological situation of the territories to identify areas of emergency ecological situation and zones of ecological disaster // Green World. Russian Ecological Gazette.1994. № 12. – 8 p.
2. Khoruzhaya T.A., Minina L.I. Manifestation of signs of environmental disaster in large reservoirs in southern Russia // Collection of scientific works of the All-Russian Scientific Conference. “Scientific support for the implementation of the“ Water Strategy of the Russian Federation for the period up to 2020 ”July 6-11, 2015 Petrozavodsk: Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences. 2015. T. 1 – p. 379-385.
3. R 52.24.763-2012. Assessment of the state of freshwater ecosystems by a complex of chemical and biological indicators. Rostov-on-Don, 2012. – 22 p.

**Abstract.** *The complex of indicators of ecological well-being / trouble, recommended by the normative-methodical document of Roshydromet R 52.24.763-2012 (Assessment of the state of freshwater ecosystems on a complex of chemical and biological indicators), was used to analyze the negative changes in the state of the Tsimlyansky, Proletarian and Veselovsky reservoirs located in the Lower don basin in the South of Russia. For the analysis the information of the state monitoring of Roshydromet and data of expeditionary researches was used. The information included data on hydrobiological, toxicological (biotesting) and physico-chemical parameters obtained on a single methodological basis.*

*The analysis showed that the state of ecological trouble is periodically detected in the reservoirs: environmental stress, environmental emergency and environmental disaster. The results were considered in terms of the significance of individual indicators in the formation of environmental problems by assessing their share (as a percentage) of the total number identified over a long period. The indicators and parameters most significant for the development of long-*



*term negative changes in each of the reservoirs were selected, which allows using them for an integrated assessment of the state and role in the formation of ecological trouble of water ecosystems of reservoirs and to determine the directions of rehabilitation.*

**Key words:** *reservoirs of the South of Russia, state, ecological unfavorable, hydrobiological, Biotest and physico-chemical indicators*

Статья отправлена: 06.03.2019 г.

© Хоружая Т.А.