

УДК 574.5(285.32)

А. В. Ляшенко, Е. Е. Зорина-Сахарова

**ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ЛИМАНА САСЫК И САСЫКСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА**

По материалам собственных многолетних исследований и литературным данным прослежена динамика гидробиологических показателей и проведена характеристика качества вод лимана Сасык и Сасыкского водохранилища.

Ключевые слова: лиман Сасык, Сасыкское водохранилище, биота, качество вод.

Созданное в ложе бывшего соленого лимана как водоем накопитель пресных вод Дунай-Днестровской оросительной системы комплексного назначения Сасыкское водохранилище стало крупномасштабным научным экспериментом, позволившим в течение уже более чем тридцати пяти лет наблюдать за процессами, проходящими в экосистеме вслед за антропогенно вызванной экологической катастрофой. Имеющиеся ретроспективные и современные материалы, характеризующие структурно-функциональные показатели основных биотических комплексов водоема за более чем 100-летний период, стали адекватной базой сравнительного анализа, позволившей в настоящем сообщении провести обобщение имеющихся результатов, как собственных, так и литературных данных, дать оценку современного состояния и тенденций дальнейшего развития экосистемы водоема. Настоящая работа является продолжением цикла статей по Сасыку, в первой [24] были освещены изменения гидрологического и гидрохимического режима лимана. Во второй рассматриваются изменения, произошедшие в основных биотических комплексах, а также прослеживается динамика трофо-сапробиологических и токсикологических показателей качества вод на различных этапах существования Сасыкского водохранилища.

Материал и методика исследований. Материалом для исследований послужили собственные сборы макрозообентоса, зоопланктона и фитопланктона в Сасыкском водохранилище в 2008—2012 гг., а также литературные сведения о биотических комплексах (высшая водная растительность, фитопланктон, зоопланктон и макрозообентос) лимана и водохранилища в XX и XXI вв.

© А. В. Ляшенко, Е. Е. Зорина-Сахарова, 2017

Количественные пробы макрозообентоса отбирали в прибрежных акваториях дночерпателем СДЧ-100, качественные — с помощью драги на станциях вдоль дамбы. Фитопланктон и зоопланктон отбирали на литорали вдоль береговой линии водохранилища и обрабатывали согласно общепринятым методикам [26]¹.

Контроль некоторых гидрохимических параметров воды (рН, концентрация O₂) проводили непосредственно на водоеме с помощью рН-метра рН-301, кислородомера АЖА-101М, содержание взвешенных веществ — в лаборатории отдела гидрохимии Института гидробиологии НАН Украины (ИГБ). Содержание биогенных элементов и тяжелых металлов в воде определено сотрудниками отдела экологической физиологии водных животных ИГБ по общепринятым методикам [26]¹.

Определение качества воды Сасыкского водохранилища проведено с использованием Методики экологической оценки качества поверхностных вод по соответствующим категориям [27].

Результаты исследований и их обсуждение

Лиман Сасык был слабо заросшим водоемом, **высшая водная растительность** имела морской и лиманный характер [13, 34]. Встречались взморники морской (*Zostera marina* L.) и малый (*Z. noltii* Hornem.), руппия спиральная (*Ruppia spiralis* L.), цанникеллия большая (*Zannichellia major* Boenn. Ex Reichenb.) и рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus* L.). Преобладали красные (*Ceramium rubrum* (Huds.) Ag. и *C. tenuissimum* (Lyngb.) Ag.) и зеленые нитчатые (*Cladophora fracta* (O.F. Müller ex Vahl) Kützing) водоросли [10].

Детальные исследования растительности лимана были выполнены в 1966—1967 гг. [20, 21]. В вершине на серых илах с глубинами до 2,0 м преобладали сообщества *Ulva lactuca* Linnaeus и *Z. noltii* с включениями *Z. major* и красных водорослей *C. rubrum*, *C. tenuissimum*, хондрии тончайшей (*Chondria tenuissima* (Goodet Wood) Ag.). Вдоль обрывистых берегов к югу, на заиленных ракушняках на участках, вышедших из зоны гидрологической активности, отмечали заросли *Z. noltii* с примесью *C. fracta* и *Chaetomorpha linum* (Mill.) Kütz., ближе к центру на глубинах до 2 м развивались ценозы *Z. noltii* и *Z. major* с красными водорослями, *P. pectinatus* и кишечницей (*Enteromorpha intestinalis* (L.) Link). В приморской части зона подвижных илов отстояла от берега на 1,5 км, поэтому растительность занимала большие площади. До глубины 2,5 м широкими полосами развивались сообщества *P. pectinatus* (с примесью красных водорослей) и *Z. noltii*, преобладающие на нижних отметках. В целом заросли макрофитов занимали примерно 6000 га (30% площади), доминировали морские и эвригалитные погруженные растения (*U. lactuca*, *Z. noltii*, *P. pectinatus*, *Z. major*). Зарастанию лимана препятствовали богатые сероводородом черные илы северо-западной части лимана, высо-

¹ Авторы выражают глубокую признательность В.В. Маковскому, Ю.О. Санжаку, Э.Ш. Козийчук и И.С. Марченко за помощь в сборе и обработке материалов, а также В.А. Жежере за помощь в выполнении гидрохимических анализов.

кие абразионные берега, относительно большие глубины (для интенсивного развития растений) и активные илистые отложения центральной части [10, 20, 21].

Условия, сложившиеся в Сасыкском водохранилище, еще менее способствовали развитию водной растительности. Пресноводным видам мешали засоленные донные отложения, а солоноватоводным — почти пресная вода. Сохранились и высокие абразивные берега, гидрологическая активность и нестойкость грунтов, колебания уровня воды, особенно заметные в верховьях водохранилища [21]. После опреснения площадь зарослей резко сократилась — с 6000 до 90 га (с 30 до 0,4% площади). Было обнаружено 18 видов макрофитов: 5 — макробентических водорослей и 13 — высших водных растений [21]. В верховьях в 1980-х гг. основную роль играли виды, выносящие большое засоление: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex. Steud и *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla. Ниже по профилю преобладал *P. pectinatus*, образуя кайму зарослей вдоль берегов, островов, отмелей до глубины 0,3—0,4 м. Кроме того, в зоне поступления пресной воды под левым берегом отмечали индикаторные виды опреснения: *Typha angustifolia* L. и *Myriophyllum spicatum* L. Вдоль крутых абразивных берегов центральной части водохранилища развивались густые тростниковые заросли. В нижней, приморской, самой опресненной части заросли *Ph. australis* были сосредоточены вдоль западной части дамбы и на участке между каналом и дамбой, где также отмечается *T. angustifolia*, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Alisma plantago-aquatica* L. и *Butomus umbellatus* L. Погруженная растительность была распространена вдоль дамбы и представлена *P. pectinatus* с пятнами *P. perfoliatus* L.

Как и 80-е годы прошлого столетия, начало нынешнего характеризуется низкой степенью зарастания водохранилища [10]. Видовой состав и экологическая структура макрофитов по сравнению с 1986—1987 гг. не изменились (рис. 1), однако отмечено увеличение площадей зарастания водоема, а также постепенное формирование тростниковых зарослей, особенно обширных в вершине водохранилища и на участке между входом канала Дунай — Сасык (КДС) и дамбой. В средней части водоема преобладают виды с широкой экологической валентностью (*P. pectinatus*, *Myriophyllum spicatum* L.). По сравнению с предыдущими исследованиями [21], увеличились площади зарастания *T. angustifolia* и *P. perfoliatus* возле дамбы, что свидетельствует о дальнейшем опреснении водоема.

Фитопланктон лимана характеризовался высоким богатством: за период с 1967 по 1970 г. обнаружено 248 таксонов, среди которых преобладали морские и солоноватоводные диатомовые водоросли [15]. В целом для фитопланктона было отмечено наличие форм, характерных для бентоса и обростаний (до 50%), что объяснялось мелководностью лимана и многочисленными зарослями макрофитов. Количественно фитопланктон по акватории лимана развивался неравномерно: наиболее обильно — в центральной части, наименее — в южной, среди макрофитов. Средние значения численности и биомассы были невысокими и составляли соответственно 1,47 тыс. кл/м³ и 1,59 г/м³ (рис. 2, б, 2, в).

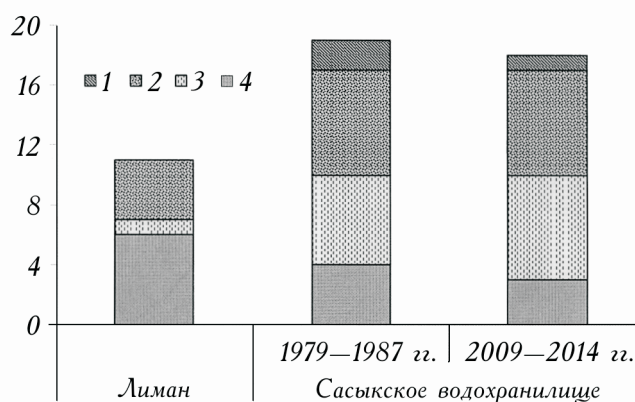
В период трансформации водоема (ноябрь 1978 г. — октябрь 1979 г.) видовое богатство фитопланктона резко уменьшилось (в 3,5 раза): не зарегист-

рированы Cyanophyta, большинство представителей Dupophyta, Euglenophyta и Chlorophyta были обнаружены лишь в устьях рек, по акватории преобладали бентосные Bacillariophyta. Средние значения численности и биомассы фитопланктона снизились на несколько порядков (соответственно в 81 и 52 раза).

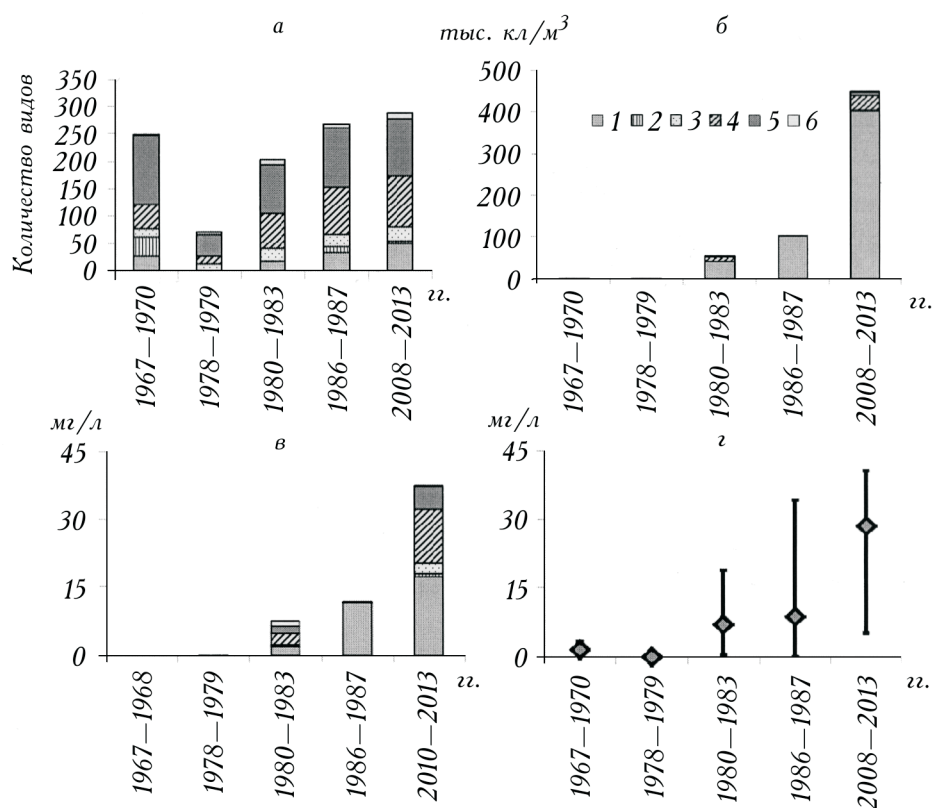
В 1980 г. наряду с типично пресноводными формами, попавшими в водоем через КДС, еще встречались морские и солоноватоводные формы (*Exuviaella cordata* var. *cordata* и *Campolodiscus daemelianus*), доминировавшие в лимане ранее [14, 15]. Возросли количественные показатели (см. рис. 2, б, 2, г), общая численность и биомасса фитопланктона превысили значения, отмечавшиеся в лимане. В отличие от фитопланктона Дуная, где количественно преобладали диатомовые, в Сасыкском водохранилище доминировали синезеленые и зеленые водоросли.

В 1986—1987 гг. в фитопланктоне водохранилища наблюдался дальнейший рост видового богатства, численности и биомассы (см. рис. 2, а). Всего было зарегистрировано 268 видов водорослей, с наиболее богатым отделом Bacillariophyta, основным источником поступления в водохранилище пресноводных видов водорослей являлся Дунай, а солоноватоводных — реки Когильник и Сарата [14, 15]. Наибольшую часть (59,4%) составляли индифференты (пресноводные организмы, достигающие наибольшего развития при солености воды 0,2—0,3‰). Галлофилов, развивающихся при солености 0,4—0,5‰, было значительно меньше (9,3%), а мезогалобы, обитающие при солености 0,5—16,0‰, составляли 21,9%. Средние численность и биомасса фитопланктона за 1986—1987 гг. составляли 103 тыс. кл/м³ и 11,77 г/м³; Cyanophyta преобладали как по численности (99,8%), так и по биомассе (98,0%).

Исследований фитопланктона Сасыкского водохранилища последних десятилетий немного [1, 16], зарегистрировано периодическое «цветение» воды синезелеными водорослями с биомассой до 30—40 г/м³ [16]. Наши исследования показали высокое видовое богатство фитопланктона (288 таксонов), с наибольшей представленностью Chlorophyta и Bacillariophyta (рис. 2, а). По сравнению с первыми годами существования водохранилища видовое богатство во всех отделах незначительно увеличилось.



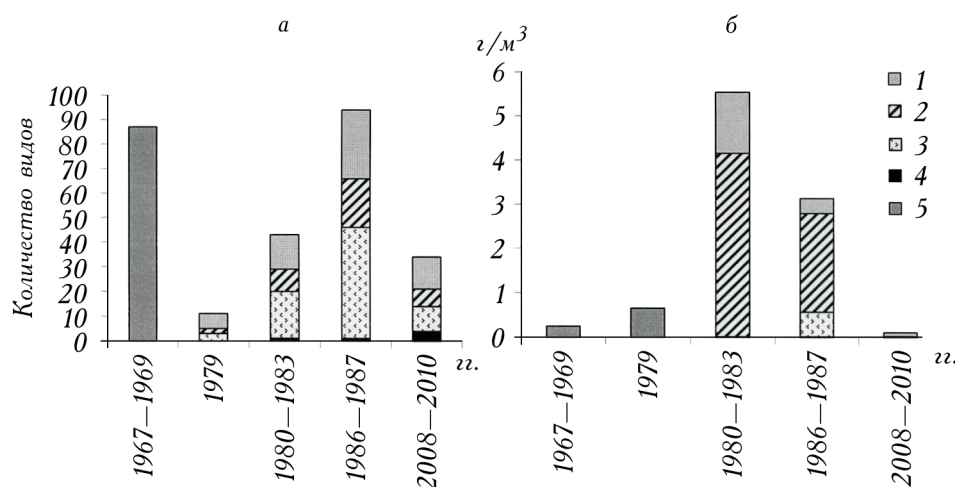
1. Экологическая структура водной растительности лимана Сасык и Сасыкского водохранилища: 1 — растения с плавающими листьями; 2 — погруженные растения; 3 — воздушно-водные растения; 4 — макробентические водоросли.



2. Изменения структуры и многолетняя динамика количественных показателей фитопланктона лимана Сасык и Сасыкского водохранилища: а — видовое богатство; б — численность; в, г — биомасса. На рис. 2, г показаны пределы изменения биомассы. 1 — Cyanophyta; 2 — Dynophyta; 3 — Euglenophyta; 4 — Chlorophyta; 5 — Bacillariophyta; 6 — другие.

Структура фитопланктона по численности за время наблюдений не менялась, на всех этапах доминировали Суанophyta, по биомассе в различные периоды отмечены разные доминанты (см. рис. 2, б, в). Зарегистрирован существенный, более чем в 4 раза, рост численности и биомассы фитопланктона в последние годы по сравнению с периодом после создания водохранилища: в сотни раз возросла численность и биомасса Chlorophyta, а также численность Dinophyta и Euglenophyta, в десятки — численность и биомасса Bacillariophyta и биомасса Dinophyta и Euglenophyta. Для Суанophyta отмечено увеличение численности в 1,5, а биомассы — в 4 раза. Средние величины общей биомассы водорослей со временем приближаются к максимальным значениям (см. рис. 2, г).

В зоопланктоне лимана Сасык обитали представители морской, солоновато-водной и пресноводной фаун. В 1956—1968 гг. в его составе было зарегистрировано 87 видов и форм (рис. 3, а), среди которых преобладала морская фауна и средиземноморские эмигранты [5, 6, 12]. Достаточно широко были представлены и солоноватоводные организмы, а представители пресноводного комплекса — лишь единичными экземплярами в северной части



3. Изменения видового богатства (а) и биомассы (б) зоопланктона лимана Сасык и Сасыкского водохранилища: 1 — Copepoda; 2 — Cladocera; 3 — Rotifera; 4 — другие; 5 — в целом (только для 1967—1979 гг.).

лимана. Наиболее разнообразными по составу были ракообразные (38 видов), коловраток зарегистрировано 18 видов, кроме того были отмечены инфузории, личиночные стадии моллюсков, высших ракообразных и многощетинковых червей, гидроидные полипы, сцифомедузы, гребневика и щетинкочелюстные. Численность и биомасса в среднем составляли 24,61 тыс. экз/м³ и 0,25 г/м³.

В 1979 г., после отделения лимана от моря дамбой и откачки воды в составе зоопланктона было обнаружено 11 видов [31, 33], среди которых пять солоноватоводных и по три — морских и пресноводных. Преобладали Copepoda (*Calanipeda aqua-dulcis* Kritcz., *Cyclops strenuus* Fischer и *Acartia clausi* Giesbrecht), биомасса зоопланктона (0,65 г/м³) лишь незначительно превышала средние значения биомассы в лимане (рис. 3, б).

К 1986—1987 гг. видовое богатство значительно увеличилось и составило 94 вида: обнаружено 45 видов Rotatoria, 28 видов Cladocera и 20 видов Copepoda, а также личинки *Dreissena* [32]. Морские виды отсутствовали, преобладали эвригалинные виды и виды-космополиты. Средние численность и биомасса в 1986—1987 гг. составляли 188 тыс. экз/м³ и 3,13 г/м³; массового развития достигали ракообразные: Cladocera — 41% и Copepoda — 36% общей биомассы.

В 2008—2012 гг. нами зарегистрировано 25 видов зоопланктона: Rotatoria — десять видов, Cladocera — пять, Copepoda — восемь видов (рис. 3, а). По сравнению с 1986—1987 гг. величины видового богатства в каждой группе уменьшились в среднем в 4 раза. Количественное развитие зоопланктона также значительно снизилось (численность — в 18 раз, а биомасса — в 28 раз), что соответствует уровню развития зоопланктона в лимане. Уменьшение численности и биомассы отмечено для всех групп зоопланктона, также

нами не обнаружены личинки моллюсков *Dreissena*. По численности доминировали *Keratella quadrata* (Müller) (средняя численность 2,25 тыс. экз/м³), по биомассе — *Eucyclops serullatus* (Fishe) (средняя биомасса 0,02 г/м³).

Видовое богатство **макрозообентоса** лимана составляли 49 видов беспозвоночных. Наиболее разнообразно были представлены моллюски, многощетинковые черви и ракообразные (десятиногие и бокоплавы) [5, 7, 12, 35]. Был хорошо развит «мягкий бентос», обеспечивающий кормовой базой бентоядных рыб, в частности кефалевых и камбаловых (глоссы) (табл. 1).

Создание водохранилища привело к структурным перестройкам макрозообентоса. Первые изменения были зафиксированы в процессе строительства, в 1980 г. видовое богатство сократилось до 17 видов, преобладали солонатоводные ракообразные [39]. В 1981—1982 гг. отмечен рост видового богатства насекомых, в первую очередь Chironomidae, а также червей Oligochaeta. К середине 1980-х гг. существенно увеличилось видовое богатство моллюсков (22 вида). Морские, выносящие значительное опреснение, виды (*Ballanus improvisus* L., *Nereis diversicolor* Muller и др.), встречались до 1982 г., в 1986—1987 гг. они отмечены не были [40]. В этот период в составе макрозообентоса было найдено 99 видов, с наибольшим видовым богатством Chironomidae (28 видов) и Oligochaeta (20 видов). По численности и биомассе доминировали Bivalvia, они же характеризовались и наивысшей встречаемостью.

В последние годы нами зарегистрировано 67 видов беспозвоночных, что на треть меньше, чем в водохранилище в 1986—1987 гг., и на треть больше, чем в лимане (см. табл. 1). По сравнению с серединой 80-х гг. прошлого столетия наиболее существенно уменьшился видовой состав моллюсков и личинок Chironomidae, незначительно — ракообразных (один вид) и червей (на четыре вида). После создания водохранилища численность макрозообентоса незначительно увеличилась, наши исследования показали уменьшение этого показателя более чем вдвое, в первую очередь за счет сокращения количества Gastropoda — в 11 раз, Bivalvia — в 4 раза и остальных групп — в 1,5—2,5 раза. Отмечено также постепенное снижение биомассы макрозообентоса, обусловленное значительным сокращением развития моллюсков (в первую очередь Gastropoda), однако Bivalvia, хотя и уменьшили биомассу, продолжают доминировать в донных сообществах (см. табл. 1).

По сравнению с 1980-ми гг. значительно снизилась биомасса Oligochaeta и личинок Chironomidae, однако повысилась биомасса ракообразных. Таким образом, изменилась структура макрозообентоса: доминантами по биомассе, по нашим материалам, являются моллюски *Dreissena polymorpha*, а по численности — черви р. *Limnodrillus* + *Isochaetides michaelsoni*. Отметим, что по сравнению с серединой 1980-х гг. из доминирующего комплекса выпали личинки Chironomidae.

Видовое богатство **ихтиофауны** лимана составляли 52 вида и подвида рыб, половина из которых относятся к морским видам (табл. 2—3) [28, 29, 38]. С середины XIX в. лиман использовался в рыбопромышленных целях, с 1869 г. — преимущественно для вылова кефали и глоссы [43]. Добыча рыбы

в это время была связана со значительными трудностями. Во-первых, вследствие нестабильной связи лимана с морем и замывки естественных проранов, возникла необходимость строительства искусственных каналов и обеспечения их долговременного эффективного функционирования [18]. Во-вторых, из-за неконтролируемого возникновения естественных прорывов в дамбе между лиманом и морем, даже при достаточном количестве товарной рыбы в лимане, она за короткое время могла покинуть его через внезапно образовавшийся промыв. Бороться с этим было нелегко. Так, промоина Вовчек, несмотря на все попытки ее закрыть, просуществовала несколько лет [43]. Для ее перекрытия (а ширина этой промоины достигала 100—300 м, с глубинами в 3—5 м), после захода мальков кефали в лиман строились дорогостоящие гидротехнические сооружения. По данным В. О. Клера [19], среднегодовой вылов кефали в лимане изменялся в значительных пределах: от 30,12 пудов (0,49 т) в 1911 г. до лишь 6,40 пуда (0,10 т) — в 1913 г. Объемы вылова глоссы были более стабильными и изменялись в диапазоне от 15,20 до 12,00 пудов (0,25 и 0,20 т) соответственно в 1911 и 1913 гг. В дальнейшем, вплоть до 1960 г., эти два вида рыб оставались основными промысловыми объектами лимана [30, 36], хотя уловы их, как и в начале XX в., оставались нестабильными.

Достаточно активно использовался лиман в 30-х—40-х гг. XX в., когда он находился под властью Румынии [43]: проводились регулярные зарыбления, систематически выполнялись работы по укреплению косы и эффективности сое-

1. Структурные характеристики макрозообентоса лимана Сасык и Сасыкского водохранилища

Группы	Видовое богатство			Численность, тыс. экз./м ²			Биомасса, г/м ²		
	1955—1973 гг.	1981—1982 гг.	1986—1987 гг.	1955—1956 гг.	1986—1987 гг.	2008—2012 гг.	1955—1956 гг.	1986—1987 гг.	2008—2012 гг.
Annelida	7	13	23	0,10	16,52	6,65	9,95	23,87	6,05
Crustacea	18	16	19	0,06	3,15	1,65	3,69	2,97	9,35
Chironomidae	2*	20	28	—	5,68	2,80	—	29,83	1,38
Bivalvia	9	1	12	1,24	0,42	0,10	174,32	89,33	28,78
Gastropoda	8	1	9	18,03	0,44	0,04	178,70	40,65	0,54
Другие	5	14	8	0,001	0,05	0,03	0,01	0,11	0,15
Всего	49	65	99	19,43	26,26	11,26	366,67	181,83	46,25

* По [39].

2. Экологическая структура ихтиофауны лимана Сасык и Сасыкского водохранилища (по [38])

Группы рыб	Лиман Сасык	Сасыкское водохранилище
Морские	27	—
Пресноводные	10	30
Разноводные	7	7
Проходные	6	5
Солоноватоводные	2	7
В целом	52	49

3. Характеристика рыбного промысла лимана Сасык и Сасыкского водохранилища в различные периоды исследований

Периоды	Видовое богатство ихтиофауны	Средняя рыбопродуктивность, кг/га	Среднегодовые уловы, т	Доминирующие промысловые виды
60-е гг. XIX в. — 10-е гг. XX в. [19, 43]	—	—	0,5	Кефаль, глосса
30-е — 40-е гг. XX в. [43]	—	5,7	121	Кефаль
50-е — 60-е гг. XX в. [36, 43]	52	2,7	54	Кефаль, глосса
60-е — 70-е гг. XX в. [43]	59	43,0	1000	Атерина
80-е гг. XX в. [38]	46	31,6	627	Лещ, судак
90-е гг. XX в. — 10-е гг. XXI в. [38]	42	20,0	400	Карась

динительных каналов. Уловы кефали в тот период колебались от 23 до 3368 ц (2,3 и 336,8 т) в год, составляя в среднем 1205 ц (120,5 т). После Великой Отечественной войны пересыпь укрепили дамбой, а с 1950 по 1964 г. лиман регулярно зарыбляли молодью кефали. Однако из-за недостатка зарыбка и несовершенства методов промысла [30] уловы кефали в этот период были невелики, часто выращенная рыба через образовавшиеся промоины уходила осенью в море, а оставшаяся — гибла в лимане зимой. В 1950-е годы уловы глоссы варьировали в пределах 26—258 ц (2,6—25,8 т), а уловы кефали резко менялись из года в год в зависимости от заходов ее из Черного моря, и в среднем составляли 403 ц (40,3 т) [36, 43]. Кроме кефали и глоссы в лимане вылавливали атерину, бычков, ставриду, сельдь и пресноводных рыб (карпа, тарань, карася, судака и др.), молодь которых выносилась из Дуная в период паводка в море, а затем заходила в лиман. Часто уловы этих видов в 3—5 раз превышали уловы кефали. В послевоенные годы доля кефали в уловах стала снижаться, последний вылов в 1978 г. составил всего 48 ц (4,8 т). Максимальные величины улова рыбы в лимане в 1970-х годах достигали 1792 тонн в год

(при среднем значении 1000 т/год). Рыбопродуктивность лимана была нестабильной (от менее 1 до 85 кг/га), основу высоких уловов составляла атерина (до 98%), остальные промысловые рыбы (черноморские кефали, бычки, камбала-гlossa, хамса) добывались в небольших объемах [29].

После создания водохранилище, как и лиман, продолжало использоваться в рыбохозяйственных целях. Формирование нового пресноводно-солонатоводного комплекса ихтиофауны происходило главным образом за счет заноса из Дуная через КДС молоди лимнофильных рыб. В 1980—1988 гг. в водохранилище было обнаружено 49 обычных для низовьев р. Дунай видов и подвидов рыб, количество пресноводных и солонатоводных видов увеличилось втрое, а морские рыбы — исчезли [2, 29, 38]. С 1983 г. в водохранилище начался регулярный рыбный промысел. Основными промысловыми объектами являлись лещ, судак, сазан, карась серебряный и окунь. В 1983—1984 гг. ведущее промысловое значение в уловах занимали карась и сазан, в 1985 — карась и судак, в 1986—1987 гг. — лещ и судак. После 1984 г. уловы сазана и карася сильно снизились, а уловы леща и судака, наоборот, резко увеличились. По характеру питания преобладали бентофаги — 53%, хищники составляли 29%, а планктофаги — 18%. Реальная рыбопродуктивность водохранилища в 1983 г. превысила 30 кг/га, а общий вылов рыбы составил 7945 ц (794,5 т) [22]. Это позволило отнести Сасыкское водохранилище к классу высокопродуктивных. Однако уже в 1980-х годах отмечалось [22], что рост рыбопродуктивности водохранилища будет невозможен без его регулярного зарыбления, которое и было начато в 1982 г. выпуском более 0,5 млн. особей молоди карпа [29]. В дальнейшем объем зарыбления составлял 1—2 млн. особей в год (максимум в 1996 г. — свыше 6 млн. особей), преимущественно толстолобиков и карпа. Добыча рыбы в водохранилище достигла своего максимума в 1987 г., с рекордным уловом в 1020,6 тонн. В последующие годы среднегодовые уловы упали до 400 тонн в год (см. табл. 3) — быстрое снижение после достигнутого максимума и дальнейшая стабилизация типичны для рыбопродуктивности искусственно созданных водохранилищ [29]. Высокие уловы первых лет обусловлены доминированием на изобилии отмершей органики рыб короткой детритной цепи (карася, карпа), далее происходит смена доминантов, развитие хищников и достижение наивысшей продуктивности. Последующее снижение (стабилизация) рыбопродуктивности водохранилища обусловлено недостатком естественных нерестилищ и, соответственно, низкими показателями естественного воспроизводства; снижением численности рыб, заходящих из Дуная; неэффективным искусственным зарыблением; ведением браконьерского и теневого промысла и др. Среднегодовая рыбопродуктивность, по официальным данным, в 1991—1995 гг. снизилась до 21,6 кг/га, в 1996—1999 гг. — до 18,8 кг/га, а в начале XXI в. несколько повысилась — до 19,8 кг/га [29].

Результаты интегральной характеристики оценки **качества вод Сасыкского водохранилища по трофо-сапробиологическим показателям** представлены в таблице 4. Состояние водоема в первые годы после зарегулирования подробно освещено в монографии, вышедшей под редакцией проф. Т. А. Харченко [2].

После создания водохранилища качество вод и общее эколого-санитарное состояние определял водообмен. При активном водообмене периодически, например длительное время в 1983, 1986 гг. и в некоторые другие периоды, минерализация даже достигала ирригационных показателей — вода была гидрокарбонатно-кальциевая 1—3 класса [2]. В целом такие периоды были непродолжительными.

Мощное испарение, достигающее в течение года одной трети объема, неудачное расположение входного створа КДС и насосной станции откачки — друг напротив друга в южной части водохранилища, а также неблагоприятная роза ветров, препятствующая распространению пресных вод из южной части на север, не позволили достичь проектных показателей качества вод. Поступление дунайских вод, характеризующихся высоким содержанием взвешенных веществ, вызывало высокую мутность в водохранилище. Она сохраняется на протяжении всего периода наблюдений (см. табл. 4), что объясняется легкостью взмучивания донных отложений даже при сравнительно небольших ветровых волнениях вследствие мелководности водоема.

Незначительно с первых лет существования водохранилища изменился и показатель рН, играющий важную роль в формировании качества вод — из-за щелочной реакции вода не отвечает ирригационным нормативам. Вместе с тем в последние годы не зарегистрированы экстремальные показатели середины 1980-х гг.: по нашим материалам рН не превышала 8,20, другие авторы зафиксировали значение 8,51 [42]. Исследуя факторы, определяющие значения активной реакции среды в водохранилище, проф. Л. А. Сиренко пришла к выводу, что «...В определении уровня рН воды Сасыкского водохранилища основную роль играет не биологический, а химический фактор, в частности влияние солевого состава морской воды...» (цит. по [2], с. 51—52), что существенно осложняет достижение показателей, близких к нейтральным. Увеличившееся с годами количественное развитие фитопланктона (см. табл. 4) подтверждает правильность этого утверждения.

Содержание биогенных элементов изменилось несущественно, несколько уменьшилось содержание аммонийного, нитритного азота и фосфора, в целом снизились максимальные величины, кроме содержания нитратов, что может свидетельствовать о стабилизации процессов трансформации органических веществ.

Кислородный режим в водохранилище во все годы достаточно динамичный, интенсивное развитие фитопланктона обеспечивает преимущественно высокое содержание и насыщение воды кислородом, «заморных» явлений нами не зарегистрировано. Бихроматная окисляемость (БО), характеризующая содержание труднодоступной органики, уменьшилась многократно, в то время как БПК₅, показатель легкодоступных органических соединений, остался на том же высоком уровне (см. табл. 4). Биомасса фитопланктона в многолетнем плане характеризовалась ростом (почти втрое) средних значений и уменьшением максимальных (см. табл. 4). Средние значения сапробности по макрозообентосу за период наблюдений остались практически неизменными, максимальные — уменьшились на одну категорию (см. табл. 4).

4. Сравнительная характеристика качества вод Сасыкского водохранилища

Показатели	Периоды исследований			
	1986—1991 гг. [41]		2009—2011 гг.	
	средние (максимальные) значения показателей	категория качества	средние (максимальные) значения показателей	категория качества
Гидрофизические				
прозрачность, м	0,4 (0,02)	7 (5)	0,5	4
взвешенные вещества, мг/дм ³	95 (500)	6 (7)	10	2
Гидрохимические				
рН	8,1 (9,2)	3 (7)	7,9 (8,2)	2 (4)
аммонийный азот, мг N/дм ³	2,5 (12,2)	6 (7)	0,8	5
нитриты, мг N/дм ³	0,17 (1,75)	7 (7)	0,02	4
нитраты, мг N/дм ³	0,17 (1,12)	2 (6)	1,50	6
фосфаты, мг P/дм ³	0,13 (0,75)	5 (7)	0,5	7
растворенный кислород, мг O ₂ /дм ³	3,2 (9,0)	1 (7)	13,2 (17,5)	1 (1)
насыщение кислородом, %	85 (25; 170)	3 (7)	100 (80; 120)	1 (4)
БО, мг O/дм ³	76,4 (259,0)	7 (7)	15	2
БПК ₅ , мг O ₂ /дм ³	4,44 (7,03)	5 (6)	4,8 (7,20)	5 (6)
Гидробиологические				
биомасса фитопланктона, мг/дм ³	12,1 (50,8)	6 (7)	33,3 (40,7)	6 (6)
биоиндикация сапробности				
по Пантле — Букк (по макрозообентосу)	2,8 (3,4)	5 (6)	2,7 (2,8)	5 (5)
по Гуднайт — Уитлею	—	—	35 (41)	2 (2)
Средний ранговый показатель*	4,56		4,00	
Категория (класс) качества воды*	4—5 (III)		4 (III)	
Качество вод по [39]				
Степени загрязненности	Слабо — умеренно загрязненные		Слабо загрязненные	

Продолжение табл. 4

Показатели	Периоды исследований			
	1986—1991 гг. [41]		2009—2011 гг.	
	средние (максимальные) значения показателей	категория качества	средние (максимальные) значения показателей	категория качества
Состоянию	Удовлетворительные — посредственные		Удовлетворительные	
Трофности	Евтрофные — евополитрофные		Евтрофные	
Сапробности	β'' - α' —мезосапробные		β' —мезосапробные	

* По средним значениям.

Результаты интегральных оценок качества вод Сасыкского водохранилища по максимальным величинам показателей, выполненные разными авторами в разные годы его существования, показывают определенное снижение трофности вод: от политрофных в 1986—1991 гг. до евополитрофных — в начале XXI в. [8, 11] и евтрофных — в период 2009—2011 гг. С годами зафиксирована стабилизация большинства параметров, в первую очередь за счет снижения амплитуды значений и уменьшении экстремальных показателей. В последние годы водохранилище в соответствии с эколого-санитарной классификацией [27] характеризуется III классом, 4—5 категориями качества вод.

Исследования **токсикологической ситуации** лимана Сасык нам неизвестны. После создания водохранилища определение токсикологической обстановки в водохранилище было проведено специалистами ИГБ на примере накопления тяжелых металлов в тканях рыб [2]. Было отмечено, что поступление токсических веществ осуществляется в первую очередь с дунайской водой, высокая цитогенетическая и мутагенная активность которой обусловлена токсикантами, ассоциированными на взвесах. Разница между токсичностью отстоянной и не отстоянной дунайской воды может составлять два порядка [3], поэтому, создавая ВХК Дунай — Днепр, проектанты рассчитывали на улучшение качества воды в водохранилищах-отстойниках, и, в первую очередь, в Сасыкском. Вопрос эколого-токсикологической ситуации самого водоема в результате такой эксплуатации, видимо, не прорабатывался. Вместе с тем известно, что несмотря на сравнительно высокую концентрацию различных токсикантов в дунайских водах их прямой токсический эффект зачастую невелик. Острая токсичность водам дельты не характерна, носит импульсивный характер и не приурочена к какому-нибудь определенному гидрологическому сезону или изменению отдельных режимных характеристик. Отмечена в первую очередь хроническая токсичность как для русловой части реки с высокой турбулентностью и скоростью вод, так и для водных объектов с медленным течением [17, 44—46].

В таблице 5 представлены материалы по содержанию тяжелых металлов в воде, свидетельствующие о достаточно высоком уровне загрязнения по

5. Эколого-токсикологическая оценка качества воды Сасыкского водохранилища

Периоды	Металлы						
	Cu	Cd	Pb	Zn	Mn	Ni	Fe (общ.)
Содержание в воде водохранилища, мкг/дм ³							
1991 г.	16,9	6,50	33,8	62,7	10,1	43	60
	43,8	14,9	40,5	99,3	26,2	78	90
2009 г.	9,0	3,9	98,2	26,8	78,0	27,8	1138
	14,0	4,5	269,0	159,0	166,0	34,0	1770
Соответствие категориям (классам) качества воды [26]							
1991 г.	5(III)	7(V)	5(III)	5(III)	2(II)	5(III)	2(II)
	6(IV)	7(V)	5(III)	5(III)	3(II)	6(IV)	3(II)
2009 г.	5(III)	6(IV)	6(IV)	4(III)	4(III)	5(III)	6(IV)
	6(IV)	6(IV)	7(V)	6(IV)	5(III)	5(III)	6(IV)
Содержание в воде низовий Дуная [23], мкг/дм ³							
1971—2013	7,5	3,4	33	266	389	27	2500
	15	6,4	66	532	677	54	5000
Нормы ПДК, мкг/дм ³							
Для поверхностных вод культурно-бытового и рекреационного использования [37]	1000	—	30	1000	—	100	300
Для водоемов рыбохозяйственного назначения [9]	1	5	100	10	10000	10	5 (100)

П р и м е ч а н и е. Над чертой — средние величины, под чертой — максимальные.

большинству элементов (4—6 категории). Для большинства металлов изменение степени загрязнения по сравнению с началом 1990-х гг. незначительно, только для железа отмечено существенное увеличение (от 2-й до 6-й категории по средним значениям). Высокие средние показатели отмечены также для свинца и кадмия. Превышение ПДК для поверхностных вод культурно-бытового и рекреационного назначения [37] зафиксировано только для железа, а для рыбохозяйственных водоемов [9] — меди, цинка, никеля и железа. В целом концентрации металлов соответствуют диапазону дунайских вод, отмечено превышение содержания меди и кадмия в 1991 г. и свинца — в 2009 г. (см. табл. 5). Известны указания на накопление тяжелых металлов и других загрязнений токсического воздействия в донных отложениях и рыбах [2, 4, 8], однако исследований их прямого влияния на здоровье людей нами не найдено.

Заключение

Целенаправленных исследований экологического состояния лимана Сасык, преобразованного в 1979—1980 гг. в водохранилище, не проводилось. Можно полагать, что оно изменялось от «достаточно хорошего» с высокими продукционными показателями для основных биотических звеньев экосистемы (фито- и зоопланктона, макрозообентоса, ихтиофауны), до «очень плохого». Хорошим, с антропоцентрических позиций, состояние водоема было при небольшой, близкой к морской, солености. Плохим — при ее предельно высоких значениях, когда лиман находился в состоянии практически безжизненного, загнивающего болота. Токсикологическую обстановку в лимане не изучали.

Современное Сасыкское водохранилище представляет собой хорошо прогреваемый мелководный олиго—β-мезогалинный водоем, не отвечающий задачам, для которых был создан — водоем-накопитель пресных вод, первое транзитное водохранилище по трассе водохозяйственного комплекса Дунай — Днепр. Антропогенная трансформация привела к замене морских — солоноватоводных гидробиоценов на пресноводно-солоноватоводные. Практически исчезли морские виды, в целом можно констатировать постепенное снижение рыбопродуктивности, развития макрозообентоса и зоопланктона. Площадь зарастания макрофитами по сравнению с лиманом несколько уменьшилась, хотя в последнее время отмечено развитие некоторых групп высших водных растений. Фитопланктон водохранилища получил значительно большее количественное развитие, чем в лимане, зарегистрировано периодическое «цветение» вод синезелеными водорослями средней интенсивности. Согласно эколого-санитарной классификации, качество вод водохранилища в последние годы характеризуется как «слабо загрязненное», а эколого-токсикологическая оценка свидетельствует о превышении ПДК некоторыми токсикантами, но в целом — о соответствии диапазону концентраций дунайских вод.

Прогнозируя дальнейшую вероятную судьбу водоема, мы видим три возможных варианта его существования:

1. При невмешательстве со стороны человека, произойдет постепенное обмеление, зарастание и заболачивание водоема, превращение его в солоноватоводное болото.

2. При реализации целей и задач, ради которых лиман был превращен в водохранилище, препятствовать заболачиванию будет увеличение водообмена. Это может быть обеспечено восстановлением гидротехнических сооружений, принудительной подачей дунайских вод, в том числе и в северную часть водохранилища.

3. При восстановлении связи водоема с морем, разрушении дамбы, конструировании искусственного водоема, обеспечении гарантированного водообмена, прочих мероприятий, направленных на минимизацию негативных последствий замены пресноводной экосистемы на морскую, возможно существование водоема как морского лимана.

На наш взгляд, выбор последнего пути приведет к тому, что водоем пройдет через еще одну фазу глубоких экологических изменений с трудно предсказуемыми последствиями. Любой вариант требует научного, экономического и социального обоснования, существенных капиталовложений и выполнения всего комплекса предложенных мероприятий.

**

Rozглянуто та проаналізовано результати власних багаторічних досліджень та ретроспективні матеріали стосовно зміни гідробіологічних показників екосистеми лиману Сасик та Сасицького водосховища.

**

The results of own researches and retrospective materials concerning changes of hydrobiological characteristics of ecosystem of Sasyk estuary and Sasyk reservoir in long-term aspect were reviewed and analyzed.

**

1. Білоус О.П., Іванова Н.О. Сучасний стан фітопланктону Сасикського водосховища // Актуальні проблеми ботаніки та екології: Матеріали міжнар. конф. молодих учених. — Умань: Сочінський, 2014. — С. 38—39.
2. Биопродуктивность и качество воды Сасыкского водохранилища в условиях его опреснения / Отв. ред. Л. П. Брагинский. — Киев: Наук. думка, 1990. — 276 с.
3. Брагинский Л.П., Щербань Э.П. Биологическое тестирование токсичности воды Килийского рукава // Гидробиология Дуная и лиманов северо-западного Причерноморья. — Киев: Наук. думка, 1986. — С. 119—133.
4. Булат Т.П. Экологическое состояние озера Сасык и прибрежной территории: пути выхода из кризиса // Причерномор. екол. бюллетень. — 2007. — № 4 (26). — С. 116—118.
5. Бурнашев М.С., Чепурнов В.С. Материалы по гидробиологии и ихтиологии лимана Сасык // Уч. зап. Кишинев. гос. у-та. — 1956. — Т. 23, № 2. — С. 19—38.
6. Бурнашев М.С., Чепурнов В.С., Димитриев Я.И. Материалы по зоопланктону лимана Сасык // Там же. — 1958. — Т. 32. — С. 91—113.
7. Бурнашев М.С., Чепурнов В.С., Мынгра А.Г. Материалы по зообентосу лимана Сасык // Там же. — 1958. — Т. 32. — С. 73—90.
8. Васенко О.Г., Лунгу М.Л. Сучасний екологічний стан водосховища Сасик // Вода і водоочисні технології. — 2005. — № 1. — С. 11—15.
9. Гранично допустимі значення показників якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм: [№12-04-11 чинний від 09.08.1990]. — К.: Міністерство риб. гос-ва СРСР, 1990. — 456 с.
10. Дьяченко Т.Н. Динамика макрофитов Сасыкского водохранилища // Материалы I (VII) Международ. конф. по водн. макрофитам «Гидрботаника 2010», пос. Борок, 9—13 окт. 2010 г. — Ярославль: Принт-Хаус, 2010. — С. 94—96.

11. *Експертний висновок доцільності подальшої дії еколого-економічного обґрунтування щодо використання озера Сасик як прісноводного, розробленого експертною комісією Українського наукового центру екології моря за дорученням Мінекобезпеки України від 17.01.1994 р. № 18-1/1-2-19.*
12. *Єнакі І.Г., Іванов О.І., Поліщук В.В., Сергєєв О.І.* Гідрохімічні і гідробіологічні особливості лиманів Дунай-Дністровського межиріччя // *Доп. АН УРСР.* — 1973. — № 9. — С. 843—847.
13. *Зеленецький Н.М.* Отчет о ботанических исследованиях Бессарабской губернии (уезды Бендерский, Аккерманский и Измаильский).— *Одесса: Изд-во Бессараб. губ. зем. управы, 1891.* — 95 с.
14. *Іванов А.І.* Фітопланктон лимана Сасык и Сасыкского водохранилища // *Гидробиология Дуная и лиманов северо-западного Причерноморья.* — *Киев: Наук. думка, 1986.* — С. 89—105.
15. *Іванов А.І.* Фітопланктон // *Биопродуктивность и качество воды Сасыкского водохранилища в условиях его опреснения.* — *Киев: Наук. думка, 1990.* — С. 85—96.
16. *Іванова Н.О.* «Цвітіння» води в Сасикському водосховищі // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* — 2010. — Т. 2(19). — С. 185—191.
17. *Килийская часть дельты Дуная весной 2000 г.: Состояние экосистемы и последствия техногенных катастроф в бассейне.* — *Одесса, 2001.* — 128 с.
18. *Клер В.* О строении косы, отделяющей от моря лиманы Сасык, Шаганы, Алибей и Бурнас // *Тр. об-ва естествоисп. при Новорос. ун-те.* — *Одесса, 1912.* — С. 1—5.
19. *Клер В.* Уловы рыб в районе применения Русско-Румынской рыболовной конвенции // *Бессараб. сельск. хозяйство.* — 1915. — № 12. — С. 1—4.
20. *Клоков В.М.* Сучасний стан і прогноз змін рослинності лиману Сасик // *Охорона природи та раціональне використання природних ресурсів. Матеріали конф. молодих учених.* — *К.: Наук. думка, 1970.* — С. 17—20.
21. *Клоков В.М.* Макрофиты и их развитие в водохранилище // *Биопродуктивность и качество воды Сасыкского водохранилища в условиях его опреснения.* — *Киев: Наук. думка, 1990.* — С. 74—84.
22. *Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья. Географические основы хозяйственного освоения /* Под ред. Г. И. Швевса. — *Л.: Наука, 1988.* — 303 с.
23. *Лозовицький П.С., Бондар А.І.* Мониторинг качества воды реки Дунай // *Інтегроване управління водними ресурсами.* — *К.: ДІА, 2013* — С. 245—275.
24. *Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е.* Гідролого-гідрохіміческая характеристика лимана Сасык и Сасыкского водохранилища // *Гидробиол. журн.* — 2016. — Т. 52, № 6. — С. 99—109.
25. *Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е., Маковский В.В. и др.* Структурно-функциональная характеристика макрозообентоса и рыбопродуктивность Сасыкского водохранилища // *Рибогосп. наука України.* — 2010. — № 2. — С. 60—66.

26. *Методи* гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В. Д. Романенка. — Ін-т гідробіології НАН України. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
27. *Методика* екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. — К., 1998. — 28 с.
28. *Мошу А.Я.* Матеріали по видовому составу рыб лиманного озера Сасык // Академику Л. С. Бергу 130 лет: Сб. науч. статей. — Бендеры: Есо-TIRAS, 2006. — С. 103—109.
29. *Отчет* о научно-исследовательской работе «Оценить состояние промысловых объектов во внутренних водоемах Северо-западного Причерноморья и на прилежащем шельфе Черного моря, изучить динамику их численности для определения возможных лимитов изъятия и регулирования рыболовства, разработать долгосрочные прогнозы 207 промышленной обстановки». Рукопись ГП «ОДЦ ЮгНИРО» / Под ред. С. Г. Бушуева. — Одесса, 2009. — 101 с.
30. *Павлов П.И.* К вопросу организации кефально-выростного хозяйства на лимане Сасык // II экол. конф. по проблеме: массовое размножение животных и их прогнозы. — Киев: Изд-во Киев гос. ун-та. — 1951. — Ч. 3. — С. 163—169.
31. *Парчук Г.В.* Зоопланктон советского участка Даная, Сасыкского водохранилища и Днестровского лимана: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. — Киев, 1985. — 19 с.
32. *Парчук Г.В.* Состав зоопланктона и его роль в продукционных процессах // Биопродуктивность и качество воды Сасыкского водохранилища в условиях его опреснения. — Киев: Наук. думка, 1990. — С. 116—127.
33. *Парчук Г.В., Гусынская С.Л., Сергеев А.И.* Изменения зоопланктона лимана Сасык в связи с его реконструкцией // Гидробиологические исследования на Украине в XI пятилетке: Тез. докл. 5 конф. Укр. филиала ВГБО, 2—4 апр. 1987 г. — Киев, 1987. — С. 120—121.
34. *Погребняк И.И.* Фітобентос и кормовые ресурсы Тузловской группы лиманов Измаильской области // Материалы по гидробиологии и рыбоводству лиманов северо-западного Причерноморья: Сб. науч. статей. — Одесса: Книго-газетн. изд-во, 1952. — С. 69—84.
35. *Полищук В.В., Якуненко О.К.* Зообентос лимана Сасык (Кундук) // Вопросы морской биологии: Тез. II Всесоюз. симп. молодых ученых, Севастополь, 1969 г. — Киев: Наук. думка, 1969. — С. 98—99.
36. *Сальников Н.Е.* Рыбохозяйственная характеристика низовьев Дуная и приустьевого взморья // Дунай и придунайские водоемы в пределах СССР. — Киев: Изд-во АН УССР, 1961. — С. 274—311.
37. *Санитарные* правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения: СанПиН № 4630-88. — М.: Минздрав СССР, 1988. — 70 с.
38. *Смірнов А.І., Ткаченко В.О.* Характер іхтіорізноманіття як біотичний маркер опреснювання лиману Сасык (Кундук) // Зб. праць зоол. музею. — 2007. — № 39. — С. 41—56.
39. *Степаненко Н.М.* Формирование зообентоса лимана Сасык в процессе его гидротехнических преобразований // Гидробиол. журн. — 1986. — Т. 22, № 1. — С. 66—70.

40. Харченко Т.А., Ляшенко А.В. Макрозообентос, его продуктивность и значение в процессах формирования качества воды в водохранилище // Биопродуктивность и качество воды Сасыкского водохранилища в условиях его опреснения. — Киев: Наук. думка. 1990. — С. 157—187.
41. Харченко Т.А., Протасов О.О., Ляшенко А.В. та ін. Теоретичні основи функціонування та стійкості водних ценозів та екосистем, їх біологічного різноманіття в контактних зонах різного рівня. Звіт НДР за 1996—2000 рр. / Архів Інституту гідробіології НАН України. — Опис 2, арх. спр. №1026. — 2001. — 502 с.
42. Цыкало А.Л., Лап Н.Ф., Ливинская О.И. Физико-химические свойства и примесив водах лимана Сасык // Причерномор. екол. бюллетень. — 2007. — № 4 (26). — С. 191—194.
43. Шекк П.В. История и современное состояние кефалеводства в северном Причерноморье // Изв. Музейного фонда им. А. А. Браунера. — 2004. — Т. 1, № 2. — С. 1—10.
44. Liashenko V.A. Assessment of Water Quality in the Ukrainian Part of the Danube Delta Based on Biotesting and Bioindication of Bottom Sediments // Acta Zoologica Bulgaria, Suppl. 7. — 2014. — P. 159—163.
45. Lyashenko V.A., Goncharova M. Bioindication and biotesting of water and bottom sediments of water bodies of the Danube Biosphere Reserve: 38th IAD Conference. — Dresden, Germany, 2010. — P. 117—118.
46. Lyashenko V.A., Goncharova M. Investigation of sediment toxicity in several water bodies of the Danube's Ukrainian part of the Kylyia branch: 39th IAD Conference. — Szentendre, Hungary, 2012. — P. 82—83.