

УДК 574.5(285.32)

А. В. Ляшенко, Е. Е. Зорина-Сахарова

**ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИМАНА САСЫК И
САСЫКСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

По материалам собственных многолетних исследований и литературных данных проведен анализ динамики показателей водообмена и солевого состава вод лимана Сасык и Сасыкского водохранилища. Показано, что в последние годы происходит снижение интенсивности внешнего водообмена в водохранилище и стабилизация солености его вод.

Ключевые слова: лиман Сасык, Сасыкское водохранилище, соленость вод, водообмен.

Сасыкское водохранилище уже более тридцати лет является «горячей точкой» украинского Придунавья. В обсуждении прошлого, настоящего и будущего этого водоема участвует широкий круг заинтересованных лиц — ученые и политики, представители различных общественных организаций, местные жители, активисты-экологи, чиновники и другие. Судьба Сасыкского водохранилища решается на государственном уровне, так как любой вариант его использования требует значительных затрат. Предлагаются различные проекты его дальнейшей эксплуатации стартовой стоимостью от порядка 75 млн. грн. (в ценах 2008 года) [7] до 4—6 млн. евро и выше [22]¹. Принятию взвешенного решения должна предшествовать объективная всесторонняя комплексная оценка современной ситуации, анализ причин, возможных вариантов и рисков преобразования этого водоема. Институт гидробиологии НАН Украины (ИГБ) проводил активные исследования как соленого лимана, так и пресноводного водохранилища сразу после его опреснения и до начала 1990-х годов. В последние годы (2008—2015 гг.) нам удалось возобновить систематические наблюдения. Собранные материалы, относительно некоторых абиотических и биотических показателей экосистемы, а также доступные литературные сведения положены в основу цикла работ, характеризующих динамику основных гидролого-гидрохимических параметров водоема и структурно-функциональных показателей основных биотических группировок.

¹ Интересно, что цена дамбы и канала Дунай — Сасык составила 5 млн. 560 тыс. долларов [27].

© А. В. Ляшенко, Е. Е. Зорина-Сахарова, 2016

Целью настоящей работы был анализ интенсивности водообмена и солевого состава в лимане и водохранилище, как важнейших факторов, определяющих качество вод, продукционные характеристики и структуру биотических сообществ.

Материал и методика исследований. Материалами для настоящего сообщения послужили результаты исследований Сасыкского водохранилища за 2008—2014 гг., а также литературные сведения о состоянии лимана и водохранилища в XX и XXI ст.

Измерения солености воды проводили непосредственно на водоеме с помощью кондуктометра HANNA HI 9835. Содержание основных ионов в воде Сасыкского водохранилища и расчеты индекса вод проводили сотрудники отдела экологической физиологии водных животных ИГБ по общепринятым методикам [20]² в рамках выполнения конкурсных тем «Оценка состояния трансграничных речных бассейнов на основе биомаркеров, с целью сохранения и восстановления биоразнообразия» (№ госрегистрации 0107U000792) и «Биоресурсный потенциал устьевых участков рек, лиманов и других водных объектов, прилегающих к шельфовой зоне Азовского и Черного морей» (№ госрегистрации 0108U007203). Коэффициент корреляции Пирсона был рассчитан с помощью стандартного пакета анализа Microsoft Excel 2010.

Результаты исследований и их обсуждение

Лиман Сасык относится к группе лимано-лагунов Дунайско-Днестровского междуречья, их формирование связано с тектоническими опусканиями суши и трансгрессиями моря в приустьевые зоны рек и балок в конце плиоцена — начале четвертичного периода, порядка 2,5 млн. лет назад. В течение четвертичного периода, характеризовавшегося крупнейшими гляциоэвстатическими колебаниями Мирового океана и Черного моря, береговая линия последнего претерпевала значительные изменения. В периоды отступления моря реки прокладывали свое русло, врезааясь в освобождающуюся из-под моря сушу. А в периоды наступления моря его воды затапливали низовья и побережья рек, образуя глубоко вдающиеся в материк лиманы [21, 24, 26]. Эти водоемы окончательно образовались в начале голоцена (12 тыс. лет назад), однако современные очертания получили лишь в 80-х годах XIX в. [16]. В отличие от близлежащих лиманов Тузловской группы, которые никогда не имели мощного речного стока и по своей лагунной форме не могут быть отождествлены с бывшими долинами впадавших в них рек, лиман Сасык образовался путем затопления долин рек Когильник и Сарата [16]. В дальнейшем водоем был отделен от моря песчаной пересыпью (баром). Мощност песчаного бара и наличие проранов в нем определяли связь Сасыка с морем, которая изменялась в разные периоды: до 1978 г. лиман периодически был то открытым, то закрытым [24].

Важнейшими фактором, определяющим природное состояние, продукционные характеристики, структуру животного и растительного мира водо-

² Авторы выражают глубокую признательность сотрудникам за помощь в выполнении гидрохимических анализов.

ема и, в конечном итоге, его ценность для человека с точки зрения утилитарного использования является минеральный состав и соленость его вод. Качество вод лимана Сасык по этим показателям характеризовалось большой динамичностью, как во времени, так и в пространстве, что связано с их формированием из нескольких источников: моря, рек, подземных и поровых вод.

Исследованиями ряда авторов, хотя и эпизодическими вплоть до середины прошлого века, но дающими общую информацию о солености вод, составе донных отложений, общих морфометрических характеристиках причерноморских лиманов начиная с 20-х годов XIX в., было показано, что эти водоемы иногда десятилетиями не имели связи с морем и были ограничены в пресном стоке из-за перекрытия впадавших в них малых рек и отвода их вод для различного рода водопользования [2, 4, 24, 25].

Данные по содержанию солей в воде лимана Сасык в ретроспективный период весьма противоречивы. Так, в работах Г. Лепши [32] и М. С. Бурнашева с В. С. Чепурновым [4], со ссылкой на материалы Г. Гельмерсона, указывается соленость воды лимана в августе 1851 г. соответствующая 295 г/л: NaCl — 117,6 г/л, CaCl₂ — 66,3, MgCl₂ — 38,9, MgSO₄ — 57,8, CaSO₄ — 20,3 г/л. Авторы [4] отмечают, что в период обследования жизнь в лимане отсутствовала, Сасык представлял собой дурно пахнущий гиперсолёный водоем, чему и соответствует его второе название Кундук (от тюркского — «вонючий»). В то же время, М. Ш. Розенгурд [24] для того же 1851 г. указывает минерализацию в 45 г/л. Интересно, что такие расхождения вполне вероятны, и могут свидетельствовать об изменчивости солености по акватории водоема. Нет ясности как с местами отбора проб, произведенного разными исследователями, так и со временем (сезоном) наблюдений. Вследствие действия различных факторов (поступление речных вод в весеннее половодье, морских — во время штормов) в разных частях лимана могли формироваться воды различной солености и минерального состава. Такую ситуацию, хотя и в меньшем диапазоне, отмечали и после создания водохранилища [1, 13].

Высокая соленость открывала возможность практического использования водоемов: с 1830 по 1840 г. в Тузовских лиманах и на Сасыке происходила добыча соли. С 1850 г. из-за штормовых прорывов пересыпи или путем создания искусственных каналов на ней связь с морем периодически восстанавливалась [24], что вредило солеобразованию в водоемах, и отрасль неслучайно убытки. До этого времени, по описаниям Е. С. Бурксера [2], на лиманах Тузовской группы соляной промысел был широко развит, а в дальнейшем значительно сократился и до начала XX ст. остался лишь на лимане Шаганы. После образования в 1875 г. прорыва в косе, которая отделяла лиман Сасык от моря, добычу соли в нем пришлось прекратить [2]. Наличие связи Сасыка с морем обеспечивало развитие в нем биоты и рыбного промысла, а ее прекращение — промысел соли. Лиман также славился своими лечебными грязями, их использовали вплоть до его опреснения³.

³ Интересно, что сегодня вновь осуществляются попытки возобновления использования лечебных свойств Сасыкских грязей.

Соленость лимана Сасык, начиная с конца XIX и до первой половины XX ст., приблизительно соответствовала солености прилегающего моря, незначительно повышаясь в периоды его изоляции от моря, изменяясь в целом в пределах 12,0—28,0 г/л [3, 33]. Начиная с 1958 г. связь лимана с морем была постоянной и осуществлялась через промоину в косе (Кундукскую прорву), расположенную в центральной части пересыпи, обеспечивая минерализацию воды от 2,0 г/л в вершине лимана до 18,0 г/л в наиболее близких к морю участках. Чем шире был проран (прораны) и, соответственно, больше водообмен с морем, тем ближе была по составу вода лимана к морской, в периоды ограниченной связи — концентрация солей увеличивалась [11, 13, 24].

На гидрохимический режим северной части лимана Сасык и Сасыкского водохранилища всегда оказывали влияние впадающие реки — Когильник и Сарата. Когильник протяженностью 243 км (149 км по территории Украины) и площадью водосбора 3910 км² относится к средним рекам, Сарата (119/112 км и 1230 км²) — к малым [20, 23]. До середины XIX в. обе реки были достаточно глубоководными и даже пригодными для перевозки грузов, в дальнейшем, вследствие интенсивной хозяйственной деятельности (распахивание склонов долин, выпас скота и проч.) произошло их постепенное обмеление, стали характерными систематические пересыхания, особенно в летние периоды маловодных лет [4]. Минерализация вод Когильника в 60-х—70-х годах прошлого столетия изменялась в пределах 1,7—6,0 г/л, а Сараты — 1,0—4,4 г/л [13]. Величина водного стока за год для обеих рек до превращения лимана в водохранилище не превышала 50—52 млн. м³ [1]. После того, как водохранилище стали активно использовать для орошения и дренажные воды с полей стали поступать обратно в реки, их сток увеличился вдвое (126 млн. м³) [1, 29]. После 90-х годов XX ст., когда объемы воды на орошение уменьшились, водный сток обеих рек также значительно сократился. По материалам одних авторов [14, 29], эта величина упала практически до нуля, с чем достаточно трудно согласиться. По другим [31] — относительное поступление пресной воды со стоком Когильника и Сараты в водоем в стадии лимана и водохранилища практически не изменилось и составляло 6—19 %, при том, что абсолютное поступление в водохранилище в среднем выросло почти вдвое (69,8 и 113,6 млн. м³/год). По материалам отчета УкрНИИЭП, сток этих рек в 2002—2003 гг. равнялся 12—45 млн. м³/год, что составляло около 10% объема всего водохранилища. В последние годы (2001—2013 гг.) сток Когильника и Сараты составляет 34 млн. м³/год [15]. Имея повышенную минерализацию (до 6,3 г/л) и сульфатно-натриевый тип, воды Когильника и Сараты снижали соленость в верховьях лимана и повышали — в верховьях водохранилища [1, 13, 18].

Судьбу Сасыка кардинально изменили крупномасштабные планы водоводства Советского Союза, определившие необходимость оптимизации водного режима засушливых районов юга страны. Для обеспечения водой населения и народного хозяйства юга Украины планировалось создание водо-хозяйственного комплекса Дунай — Днепр, со строительством магистрального канала Дунай — Днестр — Днепр, который должен был соединить причерноморские лиманы между собой и превратить их в пресноводные водохранилища [9]. С 1978 г. началось преобразования лимана Сасык в транзитное водохранилище, водоем-накопитель пресных вод Дунай-Днестровской оросительной системы (ДДОС), первое по трассе транспортировки ду-

найских вод. Были построены дамба, отделяющая лиман от моря, и канал, соединивший южную его часть с Дунаем. В 1979 г. началась откачка соленой воды в море, а в январе 1980 г. в водоем самотеком пустили дунайскую воду.

Для обеспечения работы станции откачки и самотечного стока воды из водохранилища в море, уровень воды был поднят на 0,6 м, что привело к усилению процессов абразии берегов, особенно на восточном побережье [31].

В период откачки соленость достигала 20,0 г/л [13], на ее величину, особенно в условиях минимального уровня воды, значительное влияние оказывали высокоминерализованные (до 75,0 г/л) грунтовые воды и засоленные донные отложения. При достижении уровня воды -1 м БС (Балтийской системы) началась подача воды через канал. Пресные дунайские воды смешались с остаточными солеными водами лимана, минерализация на разных участках менялась от 1,0 до 12,0 г/л. Затем последовали вторая и третья промывки, в результате которых уровень минерализации к 1983 г. понизился до 0,3—2,9 г/л [1, 13]. В 1984—1986 гг. эти значения остались практически неизменными (0,5—3,2 г/л) [1], так и не достигнув требуемого для ирригации норматива в 1,0 г/л [10].

Влияние на солевой состав вод водохранилища оказывал приток высоко минерализованных дренажных и подземных вод, поступление вод рек Когильник и Сарата, а также конвективная диффузия ранее накопленных морских солей из донных отложений [1]. В результате гидрокарбонатно-кальциевая дунайская вода превращалась в хлоридно-натриевую, иногда сульфатно-натриевую. Соленость вод верхней (северной) части водохранилища, откуда происходил забор на орошение, была практически постоянно выше, чем в южной (нижней) части, и оптимизировать показатели удавалось лишь в течение очень ограниченного времени в году [1]. Орошение такими водами привело к засолению значительных площадей и, в конечном итоге, к существенным экономическим потерям. Отметим, что в почвоведении деградация черноземов при поливе считается закономерной, так как они формируются и развиваются лишь при недостатке влаги [21], поэтому их орошение требует строгого соблюдения соответствующих технологий полива. Излишний полив даже самыми качественными водами отрицательно влияет на местные почвы, поднимая уровень грунтовых вод, которые в случае с южными степями являются высокоминерализованными.

Многолетние изменения состава солей и общей минерализации вод лимана и водохранилища представлены в таблице 1. Поступление пресных дунайских вод не дало ожидаемого результата, быстрого опреснения Сасыка не произошло, в первые годы удалось добиться лишь уменьшения общей минерализации, вода оставалась преимущественно хлоридно-натриевой второй—третьей группы. В дальнейшем индекс воды определялся водообменом и циркуляцией водных масс при разнонаправленных ветровых воздействиях [1]. Учитывая самотечное поступление вод из Дуная, наихудшие ирригационные показатели наблюдались в маловодные годы и периоды межени, когда вследствие падения уровня воды в реке поступление воды каналом прекращалось. Наилучшие показатели, периодически соответствующие

1. Общая минерализация и содержания основных ионов в воде лимана Сасык и Сасыкском водохранилище в различные периоды исследований (1924 г. — по [33], 1967—1969 гг. — по [13], 1978—1986 гг. — по [1], 1999 г. — по [12], 1991, 2007—2012 гг. — по [19, 30] и наши данные)

Периоды исследований	Концентрации солей, мг/л						Общая минерализация, г/л	Индекс воды
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ -K ⁺	HCO ₃ ²⁻ -CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻		
1924 г.	332	1106	8818	—	15623	2128	28,15	Cl $\frac{Na}{III}$
1967—1969 гг.	168—237 216	274—623 509	2623—5332 4601	181—258 212	4266—9720 7786	842—1624 1243	8,3—16,4 14,4	
1978—1979 гг.	155—278 227	162—752 595	3353—5718 4636	151—326 238	5059—1008 8157	930—2028 1564	11,3—18,2 15,4	
1980 г.	47—278 105	22—513 209	127—3378 1381	73—403 190	58—5716 2289	71—2293 660	0,4—11,1 5,1	
1981 г.	28—167 72	46—207 82	36—1355 492	100—409 226	31—1590 628	67—1106 406	0,4—3,9 1,9	Cl $\frac{Na}{III}$ -S, Cl $\frac{Na}{II}$
1982 г.	51—136 75	50—160 92	247—728 479	162—265 200	322—1055 605	240—780 475	1,1—3,1 1,9	Cl $\frac{Na}{III}$
1983 г.	37—154 64	10—202 66	25—622 305	104—295 187	31—838 393	39—1184 295	0,3—2,9 1,3	Cl $\frac{Na}{III}$ -C $\frac{Ca}{II}$
1984 г.	50—135 86	54—161 99	292—769 538	108—308 210	364—1144 700	254—1175 511	1,1—3,2 2,1	Cl $\frac{Na}{III}$ -Cl $\frac{Na}{II}$
1985 г.	36—90 58	24—200 81	39—800 332	100—225 154	39—1000 387	110—800 383	0,5—3,0 1,4	Cl ₁ -S $\frac{Na}{II}$

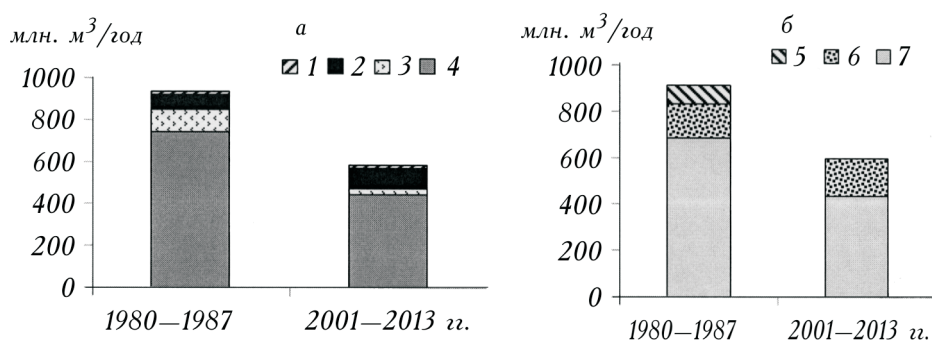
Продолжение табл. 1

Периоды исследований	Концентрации солей, мг/л					Общая минерализация, г/л		Индекс воды
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ -K ⁺	HCO ₃ ⁻ -CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻		
1986 г.	40—103 61	29—123 55	144—667 295	149—292 211	167—953 366	135—579 261	0,7—2,5 1,3	Cl $\frac{Na}{II}$ — C $\frac{Ca}{II}$
1991 г.	50—74 59	15—69 48	50—480 296	140—379 189	77—660 421	52—287 185	0,4—1,7 1,3	
1999 г.	40—100 73	41—153 112	230—584 397	122—293 227	250—700 553	60—681 464	1,1—2,6 1,8	Cl $\frac{Na}{II}$
2007—2012 гг.	42—82 61	12—125 57	421—546 476	170	175—810 490	48—467 346	0,7—1,6 1,1	

пресным водам карбонатно-кальциевого класса были отмечены в периоды интенсивной прокачки [1].

Исследование водного баланса водохранилища, начатое в первые годы после его создания сотрудниками лаборатории гидрологии ИГБ в рамках комплексных исследований гидрологического режима [1, 28], нашло продолжение в последние годы [15]. Опубликованные литературные материалы представлены на рисунке в виде графиков приходной и расходной части водного баланса для двух периодов: от создания водохранилища до середины 80-х годов XX в. и для последнего десятилетия.

Основу приходной части водного баланса в оба периода составляет поступление вод через канал Дунай — Сасык (КДС) (в среднем — 75—80% общего объема для каждого периода). В то же время общее поступление вод из Дуная снизилось в 1,7 раза (с 750 млн. м³/год в 1980—1987 гг. [28] до 444 млн. м³/год в 2001—2013 гг. [15]). Приход со стоком рек Когильник и Сарата в современный период сократился в три раза в абсолютных величинах и практически вдвое — в относительных (с 11% в 1980—1987 гг. [28] до 6% в 2001—2013 гг. [15]). В последние десятилетия наблюдается также незначительное увеличение количества осадков (до 94,5 млн. м³/год [15]). Величина притока грунтовых вод была наибольшей в первые годы после создания водохранилища (по 1982 г.) — до 125 млн. м³, в 1983 г. она резко, на порядок, уменьшилась, — до 15 млн. м³, далее, в 1984—1987 гг., приток грунтовых вод ежегодно равнялся 4 млн. м³ [1]. В современный период (2001—2013 гг.) он составляет



Динамика составляющих водного баланса Сасыкского водохранилища в различные периоды его существования [15, 28]: *a* — приток вод; *b* — отток вод; 1 — грунтовые воды; 2 — осадки; 3 — реки Когильник и Сарата; 4 — КДС; 5 — орошение; 6 — испарение; 7 — сброс через шлюз.

15—17 млн. м³/год [15]. Хотя средние величины за оба периода практически одинаковы (15 млн. м³/год), почти четырехкратное увеличение притока грунтовых вод в последние годы, по сравнению с минимальными величинами середины 1980-х, может способствовать и увеличению общего содержания солей в водохранилище.

В расходной части водного баланса всегда преобладал сброс через шлюз насосной станции откачки (НСО) в море — 72 и 75% (соответственно после создания водохранилища и в последние годы), одновременно отмечено уменьшение абсолютных величин этого показателя в современный период — в 1,6 раза (с 686 млн/м³ [28] до 434 млн/м³ [15]). Испарение с поверхности водохранилища практически не изменилось, а расход на орошение в настоящее время снизился до нуля [15].

Таким образом, в целом приходная часть водного баланса за более чем тридцатилетний период существования водохранилища снизилась в 1,6 раза, а расходная — в 1,5, существенно уменьшилась величина внешнего водообмена. Так, если его коэффициент в 1980—1987 гг. изменялся от 1,5 до 2,5 [1], составляя в среднем 2,24 [28], то в 2001—2013 гг. диапазон изменений равнялся 0,67—2,05, в среднем — 1,24 [15].

Тем не менее, определяющую роль в формировании водного баланса в оба периода играло поступление вод через КДС и откачка через НСО, а их соотношение определяло величину аккумуляции воды, то есть наполняемость водохранилища пресными дунайскими водами, что должно оказывать влияние на показатель общей минерализации вод. Однако простейший корреляционный анализ, проведенный по имеющимся материалам [1], показал отсутствие значимой зависимости между этими характеристиками (коэффициент корреляции Пирсона $r = 0,34$). Еще меньше оказалась взаимосвязь минерализации с поступлением вод Когильника и Сараты ($r = 0,24$), тогда как достаточно высокая корреляция отмечена между минерализацией и притоком грунтовых вод ($r = 0,60$). На наш взгляд, значимость последнего фактора, как и роль подземных грифонов, в формировании показателей солености исследована недостаточно.

Заключение

Возникший в результате трансгрессии моря и затопления долины рек Когильника и Сараты лиман Сасык последние 12 тыс. лет существовал в импульсно-стабилизированном режиме, обусловленном его периодической связью с морем через прораны в отделяющей водоем от моря косе. Существование экосистемы лимана имело циклический характер: периодический размыв косы и образование проранов открывали доступ в лиман морских вод, когда прораны закрывались — формировался замкнутый водоем. На стадии полной изоляции он мог превращаться в гиперсоленое болото с общей минерализацией до 250 г/л [4, 32], тогда практически все живое погибало. Когда же пересыпь размывалась и морские воды опресняли, оживляли лиман, происходило его заселение морскими и солоноватоводными организмами.

Создание водохранилища полностью изменило гидрохимический режим водоема, однако полное опреснение достигнуто не было, эксплуатация в качестве ирригационного водоема в течение более чем десятилетнего периода выявила существенные конструктивные недостатки и просчеты проектантов и показала невозможность использования водохранилища для орошения. После остановки работы насосных станций существенно упал водообмен, общая минерализация стабилизировалась, а с начала XXI ст. отмечено определенное снижение как общей минерализации, так и содержания основных ионов [17, 27]. В течение последних 10—15 лет, вода характеризуется как преимущественно солоноватая β -мезогалинная. Как и ранее, наибольшей проблемой остается не общая минерализация, а хлоридно-натриевый класс вод, что необходимо учитывать при хозяйственном использовании водоема.

Дальнейшая судьба водоема остается неясной, в случае обратной реконструкции, превращения водохранилища в лиман, экосистема подвергнется повторной радикальной перестройке, последствия которой сложно предсказать. Реанимация пресноводного варианта, на наш взгляд, также возможна, однако имеет значительное противоборство, особенно на региональном уровне. Любой вариант, как мы указывали во вступлении, достаточно затратный, принятие окончательного решения должно базироваться на материалах комплексных научно-экономических исследований, которые в последнее время, к сожалению, практически прекращены.

**

За результатами власних багаторічних та літературних матеріалів проведено аналіз динаміки показників водообміну та сольового складу води лиману Сасык та Сасыцького водосховища. Показано, що в останні роки відбулося зниження інтенсивності зовнішнього водообміну водосховища і стабілізація солоності його вод.

**

According to the own research materials and literature data the dynamics of water exchange and the water salt composition of the Sasyk estuary and Sasyk reservoir were analyzed. The reduction of the intensity of the external water exchange of reservoir and the stabilization of the salinity of its waters in recent years were established.

**

1. *Биопродуктивность* и качество воды Сасыкского водохранилища в условиях его опреснения / Отв. ред. Л. П. Брагинский. — Киев: Наук. думка, 1990. — 276 с.
2. *Бурксер С.С.* Солоні озера та лимани України. — К.: ВУАН, 1928. — 341 с.
3. *Бурксер Е.С., Комар Н.В.* К вопросу о впуске морской воды в Куяльницкий лиман // Наука и техника. — 1925. — № 7—8 (9). — С. 5—18.
4. *Бурнашев М.С., Чепурнов В.С.* Материалы по гидробиологии и ихтиологии лимана Сасык // Уч. зап. Кишинев. гос. у-та. — 1956. — Т. 23, вып. 2. — С. 19—38.
5. *Бурнашев М.С., Чепурнов В.С., Димитриев Я.И.* Материалы по зоопланктону лимана Сасык // Там же. — 1958. — Т. 32. — С. 91-113.
6. *Васенко О.Г., Лунгу М.Л.* Сучасний екологічний стан водосховища Сасик // Вода і водоочисні технології. — 2005. — № 1. — С. 11—15.
7. *Вихристюк І.М.* Перспективи відновлення порушених екосистем в Україні на прикладі лиману Сасик, Одеська область // Зелені інновації для сталого розвитку Придунав'я: Зб. матеріалів семінару, 29 червня 2008 р., Ізмаїл. — 2008. — С. 14—16.
8. *Гасспаген Х.* Результаты химического исследования морских, озерных, лиманных вод и грязей Новороссийского края. — Одесса: Нитче, 1852. — 53 с.
9. *Гідробіологічні* дослідження континентальних водойм в Національній академії наук України (до 90-річчя НАН України) / За ред. В. Д. Романенка. — К.: СПД Макаленко О.М., 2008. — 264 с.
10. *ГОСТ 25900-83.* Воды для орошения юга Украины. Общие требования к составу и свойствам.
11. *Димитров Я.И.* Оценка кормовой базы Причерноморских лиманов // I Ихтиол. конф. по изучению морских лиманов северо-западной части Черного моря. — Кишинев, 1960. — С. 43—45.
12. *Експертний висновок* доцільності подальшої дії еколого-економічного обґрунтування щодо використання озера Сасик як прісноводного / Український науковий центр екології моря за дорученням Мінекобезпеки України від 17.01.1994 р. № 18-1/1-2-19 — 9 с.
13. *Енаки И.Г.* Гидрохимический режим лимана Сасык и Сасыкского водохранилища // Гидробиология Дуная и лиманов северо-западного Причерноморья. — Киев: Наук. думка, 1986. — С. 36—52.
14. *Іванова Н.О.* Гідрологічний режим Сасицького водосховища // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. — 2010. — № 2 (43). — С. 213—215.
15. *Іванова Н.О.* Водообмін як фактор формування сучасних умов функціонування екосистеми водосховища Сасик // Там же. — 2015. — № 3—4 (64). — С. 274—277.
16. *Лиманно-устьевые* комплексы Причерноморья. Географические основы хозяйственного освоения / Под ред. Г. И. Швевса. — Л.: Наука, 1988. — 303 с.
17. *Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е. и др.* Структурно-функциональная характеристика макрозообентоса и рыбопродуктивность Сасыкского водохранилища // Рыбогосподарська наука України. — 2010. — № 2. — С. 60—66.

18. *Медведев О.Ю.* Гидрохимическая обстановка на Сасыкском водохранилище / Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. — 2001. — Т. 2. — С. 467—471.
19. *Медведев О.Ю.* Екологічна оцінка навколишньої території і стан водойми Сасыкського водосховища // Стан навколишнього природного середовища в Одеській області. — Одеса: Держ. управління охорони навколишнього природного середовища в Одеській області, 2009. — С. 19—24.
20. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / За ред. В. Д. Романенка. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
21. *Михайлеску К.Д.* Происхождение лиманов дельты Дуная. — Киев: Наук. думка, 1990. — 164 с.
22. *Плата за экосистемные услуги в Украине* // WWF 2012. — 57 с.
23. *Природа Одесской области. Ресурсы, их рациональное использование и охрана.* — Киев; Одесса: Вища шк., 1979. — 144 с.
24. *Розенгурт М.Ш.* Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов. — Киев: Наук. думка, 1974. — 225 с.
25. *Савельева Е.А.* Соляные озера Бессарабской и Херсонской губерний // Естеств. производ. силы России. — 1924. — Т. 4, вып. 36. — С. 148—175.
26. *Северо-западная часть Черного моря: биология и экология* / Под ред. Ю. П. Зайцева, Б. Г. Александрова, Г. Г. Миничевой. — Киев: Наук. думка, 2006. — 701 с.
27. *Смірнов А.І., Ткаченко В.О.* Характер іхтіорізноманіття як біотичний маркер опріснювання лиману Сасик (Кундук) // Зб. праць зоол. музею. — 2007. — № 39. — С. 41—56.
28. *Тимченко В.М.* Эколого-гидрологические исследования водоемов северо-западного Причерноморья. — Киев: Наук. думка, 1990. — 240 с.
29. *Тімченко В.М., Іванова Н.О.* Еколого-гідрологічний погляд на проблеми лиману Сасик // Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення: Матеріали всеукр. наук.-практ. конф., 12—14 вер. 2012 р., Одеса. — Одеса: ОДЕКУ, 2012. — С. 147—150.
30. *Цыкало А.Л., Лап Н.Ф., Ливинская О.И.* Физико-химические свойства и примесив водах лимана Сасык // Причорномор. екол. бюлл. — 2007. — № 4 (26). — С. 191—194.
31. *Шуйский Ю.Д., Стоян А.А.* Опыт анализа антропогенной перестройки естественного лимана на северо-западном побережье Черного моря // Екол. безпека прибереж. та шельф. зон та комплексне використання ресурсів шельфу. — 2011. — Т. 1, вип. 25. — С. 38—48.
32. *Lepsi I.* Lacurile din sudul Basarabiei: Geologie, Morfologie, Fiziografie, Biologie // Bull. Musee Nat. Sci. Natur. Chisinau. — 1932. — P. 110—227.
33. *Petrescu H.* Donnes analitiius sur la composition de l'eau de certains limans et lacs littoraux de Roumanie en report avec celle de la Mere Noire // Ann. Sci. Univ. Jassy. — 1924. — Vol. 13. — P. 17—25.