

УДК 581.524.3:574.58(285.32)

А. В. Ляшенко, Е. Е. Зорина-Сахарова

**СУКЦЕССИЯ ГИДРОБИОЦЕНОЗОВ ОПРЕСНЕННОГО
ЛИМАНА (НА ПРИМЕРЕ ЛИМАНА САСЫК И
САСЫКСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)**

На основании собственных исследований и литературных материалов описан ход сукцессии гидробиоценозов лимана Сасык и Сасыкского водохранилища. Определены основные тенденции развития биоты водоема в многолетнем аспекте.

Ключевые слова: лиман Сасык, Сасыкское водохранилище, гидробиоценоз, сукцессия.

В предыдущих работах [28, 29] мы уделили основное внимание характеристике гидроэкологического состояния лимана Сасык и Сасыкского водохранилища, осветили вопросы, касающиеся в первую очередь прикладной гидробиологии. На основе анализа многолетней динамики водообмена, гидролого-гидрохимических и гидробиологических показателей проведена характеристика качества вод, установлено, что в результате трансформации морского лимана мы получили хорошо прогреваемый мелководный олиго—β-мезогалинный водоем, не отвечающий задачам, для которых он был создан. Вследствие морского хлоридно-натриевого класса вод орошение сельскохозяйственных угодий привело к деградации земель, а без целенаправленного научно обоснованного зарыбления, резко, по сравнению с первыми годами после реконструкции, снизились уловы и представленность в них ценных видов рыб. Сегодня предложено три основных сценария дальнейшей судьбы водоема [29], определять которые будет человек, ставший на планете природоформирующей (геологопреобразующей, по В. И. Вернадскому [9]) силой. Ключом к получению объективной информации, позволяющей, принимать взвешенные управленческие решения, теоретической основой для оценки экологических последствий выбора может послужить рассмотрение имеющихся материалов с позиций фундаментальной науки, в понимании теории сукцессий водных экосистем, анализа как естественной эволюции гидробиоценоза водоема, так и его развития после антропогенной трансформации соленого лимана в пресноводное водохранилище. Проследить основные этапы экологической сукцессии, развивающейся под влиянием как природных, так и антропогенных факторов, стало основной целью настоящего сообщения. Сведения о структурно-функциональных характеристиках биотических группировок лимана и водохранилища приведены в

© А. В. Ляшенко, Е. Е. Зорина-Сахарова, 2018

статьях и монографиях, изданных в течение более чем столетней истории изучения водоема [1, 2, 5, 8, 11, 12, 16, 17, 21, 22, 25, 35, 37, 38, 42, 47, 57, 58].

Результаты исследований и их обсуждение

Гидробиоценоз, как население водного объекта, его биотическая составляющая, существует и эволюционирует в неразрывной связи с абиотической частью. Особенности неживой компоненты обуславливают показатели (характеристики) живой, и наоборот. Своеобразие лимана Сасык сформировано, на наш взгляд, рядом характеристик, обеспечивающих оригинальность его экосистемы и отличие от близлежащих лиманов Тузловской группы [27, 58]. Последние никогда не имели мощного речного стока и по своей лагунной форме не могут быть отождествлены с бывшими долинами впадавших в них рек [27]. В верхнюю, северную часть водоема впадают реки Когильник и Сарата, эстуарии которых, собственно, и образовали лиман. Эти реки с повышенной минерализацией вод влияют на формирование солевого состава воды водохранилища, а в лиманный период водоема они еще и участвовали в образовании лечебных грязей [2, 18, 28, 33].

В южной части лиман примыкал к морю, от которого отделялся песчаной пересыпью (баром), длиной 10,1 км и высотой порядка 2,2—3,4 м над уровнем моря, тянущейся от Катраньей косы до урочища Волчек. Основной водообмен с морем осуществлялся через расположенную в центральной части пересыпи Кундукскую прорву, периодически достигающую ширины до 100 м [27, 58]. После особо сильных ветров и штормов могли открываться дополнительные прораны, что обеспечивало усиление водообмена лимана с морем [27, 58]. За время своего существования лиман периодически был то открытым, то закрытым, причем как те, так и другие периоды могли быть достаточно продолжительными [45].

Достаточно большая площадь лимана и незначительные глубины (максимально до 3,6 м [58], а в среднем — 1,9 м [43, 45]) способствовали интенсивному испарению, что в свою очередь вызывало повышение солености, которая в отдельные периоды могла достигать 295 г/л [59]. Многолетние изменения солености вод лимана и водохранилища мы подробно рассмотрели ранее [28], для настоящего исследования важно, что в своем естественном развитии лиман Сасык существовал в импульсно-стабилизированном режиме, обусловленном периодичностью его связи с морем через прораны в отделяющей его от моря косе. Существование экосистемы имело циклический характер. На стадии полной изоляции, при значительном повышении минерализации практически все живое в Сасыке погибало. Когда же пересыпь разрушалась и морские воды поступали в лиман, происходило заселение водоема морскими и солоноватоводными организмами.

Этапы развития гидробиоценоза лимана определялись уровнем солености его вод и водообменом, однако описания структурных характеристик биоты на отдельных стадиях отсутствуют. Относительно периода гиперсолености — крайней точки цикла развития биоты в лимане, некоторые исследователи [3, 5] отмечают, что водоем представлял собой безжизненное, дурно пахнущее болото. Отметим, что при этом популяции и сообщества гидро-

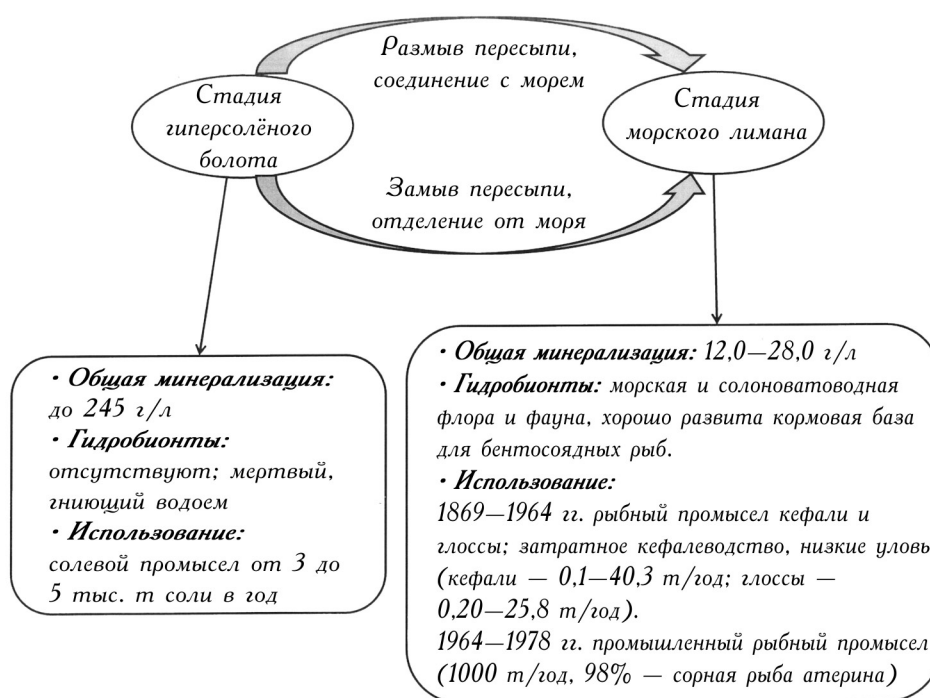
бионтов продолжали существовать в рефугиумах, местах с меньшей соленостью вод, сохраняющихся по акватории лимана вследствие действия комплекса различных факторов (поступление речных вод в весеннее половодье, переливы морских вод во время штормов и т. п.). Это способствовало быстрому восстановлению биотических группировок при снижении солености, ускорению сукцессии гидробиоценоза по направлению к другой крайней точке, когда с образованием проранов в пересыпи и установлении высокого водообмена с морем соленость на большей акватории водоема становилась близкой к морской. Интересно, что поступление морских вод снижало соленость в лимане и производило опресняющий эффект.

Закрытый лиман активно использовался для добычи соли, однако после образования в 1875 г. широкого прорана ее пришлось прекратить [3]. Соленость лимана с этого времени существенно снизилась и до первой половины XX ст. приблизительно соответствовала солености прилегающего моря [4, 60], а начиная с 1958 г., минерализация воды изменялась от 2,0 г/л — в вершине лимана до 18,0 г/л — в наиболее близких к морю участках [15, 18, 45].

Начиная с 1869 г. лиман Сасык использовали для рыбного промысла кефали и глоссы [57], что сопровождалось значительными трудностями из-за нестабильного сообщения водоема с морем и потребностью в регулярном поддержании проходимости искусственных каналов. Если такие каналы строились на месте природных промоин, то зачастую они быстро размывались, или забивались песком; их существование удавалось поддерживать в течение нескольких лет только тогда, когда их создавали на стабильных участках пересыпи [23]. Время образования прорана в пересыпи было непрогнозируемым и неконтролируемым, что приводило к уходу достаточного количества товарной рыбы из лимана. Из-за этого объемы вылова кефали изменялись в значительных пределах (0,10—0,49 т) [24], объемы вылова глоссы были более стабильными (0,20—0,25 т) [24]. Рыбный промысел давал существенную прибыль только при значительных капитальных вложениях в гидротехнические сооружения, что и наблюдалось в период владения лиманом Румынией (30—40-е гг. XX ст.), когда уловы кефали в среднем составляли 120,5 т/год, изменяясь от 2,3 до 336,8 т/год.

В послевоенные годы рыбный промысел в лимане возобновили: косу укрепили дамбой, проводилось регулярное зарыбление водоема, поддерживались в рабочем состоянии каналы. Однако из-за несовершенства этих мероприятий уловы основных видов рыб и в середине XX ст. оставались нестабильными и в среднем составляли 40,3 т/год для кефали и 14,2 т/год — для глоссы [39, 46]. Интересно, что помимо этих рыб в лимане вылавливали и пресноводных представителей ихтиофауны (карпа, тарань, карася, судака и др.), а также морскую сорную рыбу (атерина, бычок), уловы которых иногда превышали кефалевые в 3—5 раз. Максимальные величины улова рыбы в лимане Сасык в 1970-х годах достигали 1792 т/год (при среднем значении 1000 т в год), однако 98% всего вылова составляла малоценная сорная рыба атерина.

Информации о структурных и продукционных характеристиках других биотических группировок намного меньше, обобщенную информацию мы



1. Схема экологической сукцессии гидробиоценоза лимана Сасык.

представили в нашей публикации [29]. Отметим, что в периоды, когда соленость в лимане понижалась, водоем был слабо заросшим, высшая водная растительность имела морской и лиманный характер [20, 41], а фауна — ярко выраженный морской характер [5–7, 34, 35]. На рисунке 1 схематично представлена экологическая сукцессия гидробиоценоза лимана Сасык.

В период перед реконструкцией, благодаря постоянному водообмену с морем, лиман находился в хорошем, с точки зрения человека, состоянии. Это был тот, на наш взгляд, несколько идеализированный водоем, который помнят старожилы прилежащих населенных пунктов.

Природное существование водоема было полностью нарушено в конце 1970-х годов прошлого столетия вследствие реализации широкомасштабных планов руководства Советского Союза по переброске дунайских вод через лиманы в Днепр для организации гарантированного землепользования на юге Украины. После строительства в 1978 г. дамбы, канала Дунай — Сасык и насосных станций, после нескольких промывок и заполнения пресной дунайской водой было создано Сасыкское водохранилище — водоем накопитель Дунай-Днестровской оросительной системы (ДДОС). Таким образом, природная экосистема лимана подверглась уничтожающему воздействию, и начался новый этап ее существования, который продолжается и по сегодня. Процесс опреснения стал для эстуарной морской и солоноватоводной фау-

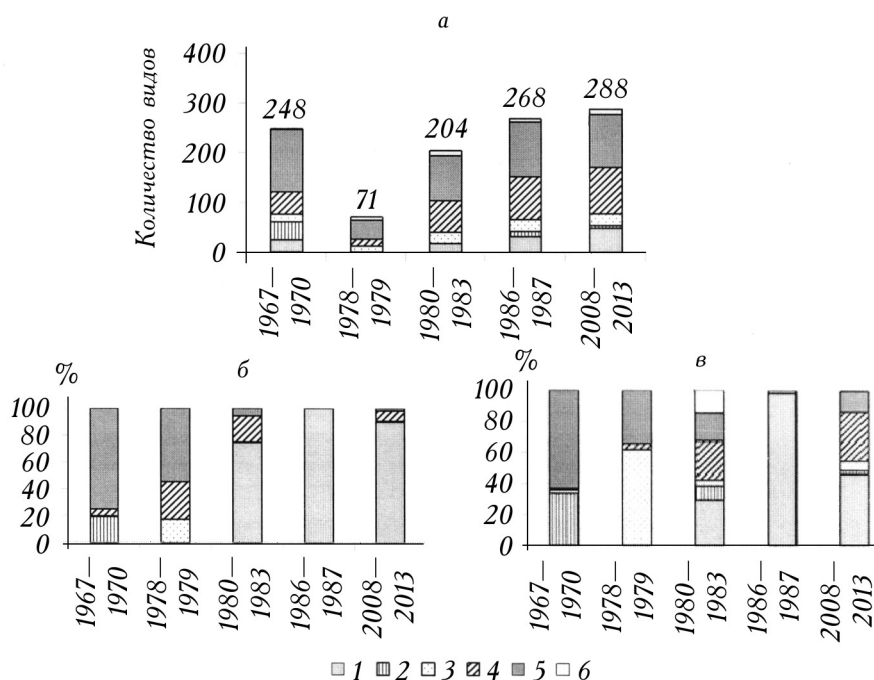
ны и флоры лимана экологической катастрофой. В результате основные биотические группировки и весь гидробиоценоз водоема в целом претерпели существенные структурные перестройки.

Тем не менее, целый ряд видов пережил произошедший катаклизм, в первую очередь это касается водных *макрофитов*. Некоторые виды растений, развивающихся в лимане, продолжили свое существование в водохранилище и со временем вошли в доминирующий комплекс. Сохранению галофильных форм в водохранилище способствовало слабое рассоление грунтов, а развитию пресноводных — поступление дунайских вод [2]. Рдест гребенчатый *Potamogeton pectinatus* L., который был зарегистрирован среди доминантов в лимане [25], активно развивается и по сегодня (таблица). Произрастающие в лимане вдольбереговые заросли тростника *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex. Steud быстро разрослись в водохранилище и заняли преобладающее положение. В 1983 г. появился рогоз узколистный *Typha angustifolia* L., который к 1987 г. вместе с клубнекамышом морским *Bolboschoenus maritimus* (L.), вошел в доминирующий комплекс. Последний, хотя и не был найден нами в описаниях флоры лимана, будучи жителем засоленных местобитаний, видимо все же встречался здесь ранее, благополучно пережил опреснение и в первые годы успешно развивался в водоеме. В настоящее время клубнекамыш встречается реже, преимущественно в верховьях водохранилища, одновременно в нижней части вдоль дамбы увеличились площади зарастания рогозом узколистным и рдестом пронзеннолистным. Заросли урути колосистой *Myriophyllum spicatum* L., ранее развивавшиеся в местах поступления дунайских вод [2], в последние десятилетия встречаются лишь в обводненной северо-восточной части водохранилища, где их общее проективное покрытие составляет 40—60% [16].

Динамика распределения доминирующего комплекса водной растительности во времени (1978—2014 гг.) и пространстве (от верховий к низовьям) свидетельствует о постепенном опреснении водоема, как его вод, так и донных отложений. Вследствие конструктивных особенностей водохранилища вода в его низовьях всегда была более пресной, чем в верховьях [2, 28].

После остановки работы оросительной системы ситуация в этом плане не изменилась: поступающая по каналу вода опресняет в первую очередь южную часть водоема, а реки на севере, наоборот, повышают минерализацию воды вершины [29]. Разрастанию макрофитов способствует уменьшение глубин и увеличение площадей мелководий, а подвижность грунтов (в зонах волновой активности, абразии берегов) — наоборот, ему препятствует. В целом, оценивая дальнейшие изменения высшей водной растительности, можно руководствоваться прогнозом В. М. Клокова [2], который указывал на значительное увеличение зарастания береговой линии водохранилища, с поправками на прекращение работы оросительной системы, способствующей, на наш взгляд, постепенному заболачиванию водоема.

Фитопланктон лимана носил преимущественно морской характер, только в верховьях, в местах впадения Когильника и Сараты, встречались пресноводные и пресноводно-солонатоводные формы, в таксономической структуре преобладали *Vacillariophyta*. Трансформация водоема оказала ка-



2. Динамика таксономической структуры фитопланктона лимана Сасык и Сасыкского водохранилища: *a* — видовое богатство; *b* — численность; *c* — биомасса; 1 — Cyanophyta; 2 — Dinophyta; 3 — Euglenophyta; 4 — Chlorophyta; 5 — Bacillariophyta; 6 — другие.

тастрофическое воздействие на водорослевые сообщества, что проявилось в резком снижении в этот период видового богатства (рис. 2, *a*), численности и биомассы фитопланктона [2, 21, 29]. На первом этапе откачки соленой воды из лимана погибли практически все морские виды, встречались лишь мезогалобы и олигогалобы (индифференты).

Однако в угнетенном состоянии альгоценоз пребывал недолго, с поступлением дунайских вод пресноводная стадия его развития началась резким ростом количественных показателей водорослевых сообществ (см. рис. 2). Уже в первый год в фитопланктоне отмечен 141 таксон за счет пресноводных видов дунайского происхождения, однако таксономическая структура альгоценозов в реке и водоеме имела существенные отличия [21]. Если в Дунае преобладали Bacillariophyta, то в водохранилище доминирование перешло к Chlorophyta, а со временем, с середины 1980-х годов — установилось за Суанophyta (см. рис. 2) [2, 21, 29]. Морские и солоноватоводные виды водорослей встречались в водохранилище лишь на протяжении 1980 г. [21]. По 1983 г. включительно фитопланктон находился в процессе становления, его структура определялась поступлением видов с дунайскими водами и формированием альгоценозов в условиях нового водного объекта: уменьшения скорости течения, увеличения прозрачности вод, изменения гидрохимических показателей, в первую очередь солености.

К середине 1980-х годов видовое богатство фитопланктона водохранилища незначительно превысило количество видов, отмеченных ранее в лимане (соответственно 268 и 244 таксона), и в дальнейшем (231 вид — в 2013 г. и 288 — за 2008—2013 гг.) изменялось слабо. Возросла роль Cyanophyta: за весь период существования водохранилища до 1987 г. их биомасса составляла 77,7% общей биомассы водорослей при средних значениях численности 102 993 тыс. кл/л и биомассы 11,77 г/м³ [2]. Доминировала *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Gréb., периодически вызывающая вместе с другими водорослями, «цветение» воды средней интенсивности и локальные «гиперцветения» — в местах нагонов. По отношению к солености [44] преобладали индифферентные виды (59,4%), второй ранг занимали мезогалобы (21,9%), третий (9,3%) — галофильные виды, такая структура свидетельствовала о достаточно высоком содержании солей. Кроме того, по мнению А. И. Иванова [2], состав диатомовых водорослей указывал на существование источников поступления вод с высокой минерализацией — подземных грифонов. В целом, на этом этапе структура фитопланктона определялась низкой эффективностью опреснения, с одной стороны, и интенсивным евтрофированием — с другой, как за счет внутриводоемной трансформации органических веществ, в том числе остатков лиманной фауны и флоры, так и в результате поступлений загрязнений с обратным стоком с орошаемых площадей прилегающих территорий.

В начале 2000-х годов ДДОС остановила свою работу, орошение не производилось, показатели солености стабилизировались на уровне 0,7—2,0‰ [8, 30, 33, 47], а евтрофирование водоема, судя по результатам исследований фитопланктона последних лет [22], не прекратилось. Нами зарегистрирован дальнейший рост показателей развития водорослей, усилилось «цветение», расширилась группа доминирующих видов (см. табл. и [29]). Отмечено увеличение численности и биомассы зеленых водорослей, за счет интенсивного развития *Oocystis borgei* Snow и *Volvox globator* L., особенно в летний период в нижней части водохранилища. Интересно, что вольвокс является характерным обитателем стоячих пресных водоемов [13] и при массовом размножении также вызывает «цветение» их вод. Среди Cyanophyta наибольшего развития достигали *Microcystis aeruginosa* Kütz. (6,46 мг/л) и *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs (4,06 мг/л). В последние годы отмечено выравнивание соотношения Cyanophyta и других таксонов, особенно по биомассе. Динамика структурных характеристик свидетельствует о трех этапах развития фитопланктона водохранилища (см. таблицу и рис. 2).

Зоопланктон лимана был представлен 87, преимущественно морскими (72%) и пресноводно-солонатоводными (28%), видами [6, 7, 12, 34, 35]. Создание водохранилища оказало на них уничтожающее воздействие; так в 1979 г. было зафиксировано лишь три морских вида и восемь пресноводно-солонатоводных [40]. Последняя группа, в свою очередь, включала представителей пресноводной эвригалинной фауны (семь видов) и один вид понто-каспийской фауны. Морские виды впоследствии вовсе исчезли из водохранилища, а представитель каспийской фауны, эвригалинный веслоногий рачок *Calanipeda aquae-dulcis* (Kriczagin), распространенный по всему северо-западному Причерноморью, встречался в водоеме вплоть до 1987 г. [2, 40]. Формирование пресноводных сообществ происходило быстро, уве-

личение видового богатства отмечено с первых лет существования водохранилища: в 1980—1983 гг. было зафиксировано 44 таксона [40], а к 1986—1987 гг. отмечены максимальные значения этого показателя — 93 вида [2, 29, 32].

Анализ общности видовой структуры позволяет говорить о трех обособленных этапах развития зоопланктона в водохранилище, характеризующихся низкими коэффициентами сходства (индекс Жаккара порядка 30) [32]. Их наличие хорошо иллюстрирует также динамика доминирующих видов (см. таблицу). В период трансформации водоема (ноябрь 1978 г. — октябрь 1979) в зоопланктоне наиболее часто встречались эвригалинный представитель солоновато-водной понто-каспийской фауны *Calanipeda aquae-dulcis* и морской вид *Acartia clausi* Giesbrecht, биомасса была менее 2 г/м³ [40]. В первые годы (1980—1983 гг.) формирование и развитие зоопланктона связано, во-первых, с поступлением больших объемов пресных дунайских вод, содержащих богатый *Rotatoria* зоопланктон, и, во-вторых, — с большим количеством органических веществ, образовавшихся в водоеме из остатков погибшей лиманной фауны и флоры. Последнее обеспечило возможность развития крупных форм *Cladocera*, главными источниками которых, по-видимому, стали реки Когильник и Сарата [2, 40]. Вспышка развития зоопланктона со значительным доминированием *Daphnia magna* Straus (91—92% по биомассе) была зафиксирована в 1980 и 1981 гг. [2, 29, 32]. Интересно, что для этих ракообразных характерно обитание в высокотрофных водах, индивидуальная снрпобность вида составляет 3,4 [52], что хорошо согласуется с предположением о наличии в первые годы в водохранилище большого количества растворенных органических веществ. В холодные сезоны в этот период отмечены и другие доминанты (*Acanthocyclops americanus* (Marsh), *Cyclops strenuus* Fischer, *C. vicinus* Ulyanin), а в 1983 г. зафиксирована вспышка *Diaphanosoma dubia* Manuilova (81% по биомассе) — типичного озерного вида [2, 40].

В 1986 г. вновь был зафиксирован всплеск развития *D. magna*, хотя с несколько меньшей долей доминирования — 88% по биомассе [2], а в 1987 г. преобладали хищные коловратки *Asplanchna priodonta tridentata* Gosse и *A. girodi* de Guerne (65% суммарной биомассы) [2, 32]. Результаты исследований зоопланктона последних лет [32] свидетельствуют о появлении новых доминантов — β -мезосапробов *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg) (с доминированием 72—78%) и *Acanthocyclops viridis* (Jurine) (60%). В общем, такая картина представляется вполне логичной, обусловленной поступлением на начальных этапах существования водохранилища в планктонную подсистему органических веществ предыдущей лиманной экосистемы, их дальнейшей переработкой и трансформацией через трофические звенья высших уровней. В начале эволюции экосистемы процессы в ней осуществляются преимущественно *r*-стратегами (бактериально-водорослевыми комплексами и зоопланктоном), имеющими короткий жизненный цикл, для которых характерна периодическая массовая гибель, вызывающая возвратное поступление органических веществ в водоем.

Таким образом, мы видим как минимум три (с периодом катастрофы — четыре) этапа эволюции зоопланктона водохранилища. На первом, после ги-

бели морской экосистемы, на ее останках, при интенсивном поступлении дунайской воды, быстро формируется пресноводно-солонатоводный комплекс видов, активно развивающийся в условиях избытка питательных веществ. Зоопланктону этого периода присущи значительные сезонные изменения численности и биомассы и постепенное уменьшение их среднегодовых величин [2, 32, 40], доминирующие комплексы — неустойчивы. На втором этапе, начавшемся с середины 1980-х гг., зоопланктон, на фоне достаточно высоких показателей численности и биомассы, характеризовался наибольшим видовым богатством. В это время происходит активное обогащение воды органическими веществами, в связи с разложением остатков лиманной флоры и фауны, что приводит к доминированию β -мезосапробов. Третий, современный этап связан с практически полной остановкой насосных станций, постепенным обмелением и некоторым зарастанием водоема, на фоне определенной стабилизации режима солености, и дальнейшим преобразованием органических веществ, что обусловило существенное снижение показателей обилия и очередную смену комплекса доминирующих видов зоопланктона [32], когда превалируют эвритопные *A. viridis* и озерный *E. graciloides* (см. таблицу).

Макрофауна гонных беспозвоночных лимана Сасык была представлена 80 видами, основной ценоз составляли моллюски *Mytilus* + *Mytilaster* + *Cardium* + *Abra*. Кроме них активно развивались Polychaeta, Decapoda и Amphipoda. Среднегодовые значения численности и биомассы составляли 19,43 тыс. экз/м² и 366,67 г/м², лиман характеризовали как водоем, хорошо обеспеченный кормовой базой для бентосоядных рыб, в частности кефалевых и глоссы [2, 5, 7, 10, 11, 15, 19, 29, 42, 48].

В первый год опреснения лимана видовое богатство донной макрофауны резко уменьшилось: в июне 1980 г. зарегистрировано лишь 17 видов (18 таксонов) макрозообентоса [48]. Процесс разрушения бентосных солонатоводных сообществ лимана и образования пресноводных сообществ водохранилища в условиях резкого изменения солености, усугублялся значительными изменениями уровня вод, что привело к осушению большей части литорали и гибели донных беспозвоночных. Значительно сократилось обилие ранее массовых видов многочетинковых червей *Nereis diversicolor* Müll., равноногих ракообразных *Idothea baltica* (Pallas) и единственного из оставшихся моллюсков — *Hydrobia ventrosa* (Montagu), в единичных экземплярах были отмечены ракообразные *Corophium volutator* (Pallas), и *Iphinoe maeotica* (Sowinsky). Наиболее широко распространенными оставались амфиподы *Gammarus locusta* (Linnaeus) и ракушковые раки (Ostracoda). Также в это время отмечалось массовое развитие личинок Chironomidae — *Chironomus plumosus* (Linnaeus) и *Ch. salinarius* Kieffer, составляющих в лимане сравнительно небольшую часть макрозообентоса (встречаемость 9—11%). Отмечено вселение новых для водоема видов комаров-звонцов — *Tanytarsus gregarius* Kieffer и *Tanytus punctipennis* Meigen.

По наблюдениям О. В. Левиной [26], к весне (май) 1981 г. морская донная фауна почти полностью погибла, были зарегистрированы преимущественно пресноводные виды с незначительной частью морских эвригаллиных форм (*N. diversicolor*, *Gammarus subtypicus* Stock, *G. olivii* Milne Edwards, *Rhitropana*

Характеристика доминирующего комплекса гидробиоценоза Сасыкского водохранилища

Гидробиологические группировки	Доминирующие группы (виды-доминанты)		
	период катастрофы	этапы пресноводной сукцессии	
	1978—1979 гг.	1980—1983 гг.	1986—1987 гг. 2009—2014 гг.
Макрофиты	<i>P. pectinatus</i> , <i>Ph. australis</i>	<i>P. pectinatus</i> , <i>Ph. australis</i>	<i>Ph. australis</i> , <i>P. perfoliatus</i> , <i>M. spicatum</i>
Фитопланктон	Василариофyta + Euglenophyta	Chlorophyta + Cyanophyta (<i>A. flos-aquae</i> , <i>A. issatschenkoi</i> et <i>raciborskii</i>)	Суанопhyta + Chlorophyta (<i>M. aeruginosa</i> , <i>A. flos-aquae</i> , <i>O. borgeri</i> , <i>V. globator</i> , <i>A. issatschenkoi</i>)
Зоопланктон	<i>C. aquae-dulcis</i> + <i>Acartia clausi</i>	<i>D. magna</i> + <i>A. americana</i> , <i>C. strenuus</i> , <i>C. victus</i> + <i>D. dubia</i>	<i>D. magna</i> + <i>A. priodonta tridentat</i> + <i>A. girodi</i>
Макрозообентос	* <i>N. diversicolor</i> , <i>G. locusta</i> , <i>I. baltica</i> , <i>H. ventosa</i> , <i>C. plumosus</i> , <i>C. salinaris</i>	<i>Ch. plumosus</i> , <i>T. gregarius</i> , <i>T. villipenis</i> , <i>C. defectus</i> , <i>C. semireductus</i>	<i>D. (polymorpha + bugensis)</i> + <i>H. colorata</i> + <i>Ch. plumosus</i> + <i>Cumacea</i> + <i>Limnodrilus</i> sp. + <i>I. mic-haelseni</i>
Ихтиофауна	<i>Atherina hepsetus</i> (атерина)	<i>Perca fluviatilis</i> (окунь), <i>Carassius gibelio</i> (карась), <i>Cyprinus carpio</i> (сазан)	<i>Sander lucioperca</i> (судак), <i>Abramis brama</i> (лещ), <i>C. gibelio</i> , <i>C. carpio</i>

* По материалам 1980 г. [48], ** по материалам 1986—1987 гг. [2].

nopeus harrisi tridentate Maitland). Отмечено также появление солоноватоводных каспийских форм (*Pontogammarus crassus* Sars, *P. obesus* Sars, *Stenogammarus similis* (Sars), *Gmelina pusila* G. O. Sars). Доминировали личинки Chironomidae (*Ch. plumosus*, *T. gregarius*, *Crypthochironomus defectus* (Kieffer) и др.), роль Oligochaeta и Amphipoda была несущественной, остальные группы, в том числе моллюски, не зарегистрированы, средняя биомасса макрозообентоса составляла 14 г/м² [26]. Летом этого же года основная роль в сообществах принадлежала Chironomidae (74—77% общей биомассы); Polychaeta и Decapoda встречались лишь на отдельных станциях, увеличилась доля амфипод (9% биомассы), в небольших количествах зарегистрированы малощетинковые черви и личинки ручейников, появилась молодь *Dreissena polymorpha* Pallas (4% биомассы), средняя биомасса донных сообществ составляла 12 г/м² [26].

По аналогии со схемой развития донной фауны равнинных водохранилищ, предложенной Ф. Д. Мордухай-Болтовским [36], О. В. Левина [26] выделяла две стадии начального (пионерного) этапа развития пресноводного макрозообентоса Сасыкского водохранилища. Первая — разрушение прежних лиманных сообществ — выражена достаточно ярко, ее протяженность составила порядка полутора лет. С середины лета 1981 г. отмечено начало второй стадии — первого временного биоценоза, или «мотылевой» стадии, для которой характерно массовое заселение гетеротопными организмами — личинками Chironomidae. Выделение высокопродуктивной «мотылевой», или «хирономидной» стадии поддерживал и Т. А. Харченко [2, 54].

Пресноводные организмы поступали в водохранилище преимущественно с дунайской водой. Понижение минерализации и поднятие уровня воды летом 1981 г. способствовало выравниванию соотношения между пресноводными и понто-каспийскими видами, с одной стороны, и морскими (которые встречались вплоть до 1983 г. [48]) — с другой. Летом 1982 г. отмечено дальнейшее проникновение новых представителей дунайской фауны (*D. polymorpha*, *S. similis*, *Shizorhynchus eudorilloides* Sars, *Pterocuma pectinata* Sowinskyi, *Pontogammarus robustoides* (Sars), *Lithoglyphus naticoides* C. Pfeiffer, *Nais elinguis* O.F. Müller, *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, *Sericostoma personatum* (Spence)), из Chironomidae высокой численности и встречаемости достигли *Chironomus semireductus* Lenz и *Tanytus villipenis* (K.) [48].

Формирование пресноводных донных сообществ сопровождалось ростом видового богатства до максимального показателя — 126 видов — в 1986—1987 гг., с наибольшим разнообразием личинок Chironomidae (28 видов) и Oligochaeta (20 видов). Доминирующими группами по численности, биомассе и встречаемости к середине 1980-х гг. становятся двустворчатые моллюски *D. polymorpha*, *Hypanis colorata* (Eichwald), *H. jalpugensis* Vorcea и *H. laevinscula fragilis* (Mil.). Высокими показателями обилия характеризуются также личинки Chironomidae, наиболее массовыми были *Ch. plumosus*, *Procladius ferrugineus* (Kieffer) и *Polypedilum bicrenatum* Kieffer. Среди олигохет доминировали *L. hoffmeisteri*, отмечено также массовое развитие кумовых ракообразных *P. pectinata*. Общая численность и биомасса в среднем по водохранилищу составляла соответственно 26,28 тыс. экз/м² и 181,83 г/м² [2].

Таким образом, «хириноmidная» стадия в Сасыкском водохранилище продолжалась не менее семи лет [2], длительность ее существования определялась работой насосных станций, обеспечивающих импульсно-стабилизированный режим эксплуатации водоема, который препятствовал образованию постоянных сообществ. Вероятно, она длилась до середины 1990-х гг., когда ирригационный комплекс почти полностью прекратил свою работу и изменившиеся абиотические условия стали причиной изменений биотических подсистем. Кроме уменьшения проточности, нами в последние годы отмечено увеличение заиленных площадей дна, обмеление акваторий, особенно прибрежных, вследствие абразии берегов, заиление зарослей мелководий. В макрозообентосе, наряду со снижением видового богатства и показателей обилия, нами зафиксированы изменения структуры доминирующих комплексов, в частности увеличилась доля лимнофильных и пелофильных организмов [29, 30]. В макрофауне в различных частях Сасыкского водохранилища отмечено развитие двустворчатых моллюсков *Dreissena bugensis* Andr., вида, предпочитающего, по сравнению с *D. polymorpha*, более медленно текущие воды. Максимальные значения численности обусловлены развитием типичных обитателей илистых грунтов — малощетинковых червей р. *Limnodrilus* и *Isochaetides michaelsoni* (Lastockin).

Сапробность вод водохранилища [30, 31], как и изменение солености, по-видимому, не играют решающей роли в развитии донных сообществ. Доминирование преимущественно пресноводных эвригалинных организмов, среди которых много представителей понто-каспийской фауны, имеющих адаптации к существованию в широком диапазоне солености, отмечено с первых лет его существования [48]. Кроме того, ложе водоема характеризуется мозаичностью значений минерализации, в том числе и за счет влияния высокоминерализованных грифонов.

Видимо, основным фактором, обуславливающим изменения сообществ макрозообентоса, является характер грунтов. При определенной стабилизации солености и усилении заиления, особенно центральной части, развитие бентосных сообществ к середине 1980-х гг. происходило по пути увеличения доли фильтраторов, а в дальнейшем — детритофагов. В последние годы на прибрежных заиленных песках доминируют моллюски р. *Dreissena*, личинки Chironomidae, а также Cumacea. Моллюски Cardiidae, развитие которых по сравнению с серединой 1980-х гг. несколько уменьшилось, распространены по всей акватории. На илах в удалении от берега *Dreissena* и Cumacea не так обильны, как в прибрежье, но здесь существенно возрастает численность Oligochaeta (см. таблицу).

Видовое богатство ихтиофауны лимана составляли 52 (58) вида (подвидов) рыб, половина из которых относилась к морским [2, 14, 37, 38, 47, 49]. Наиболее массовой промысловой рыбой лимана была атерина, доля которой составляла в уловах 98% при средней изымаемой рыбопродуктивности в 1971—1979 гг. 52,3 кг/га. Перед откачкой соленых вод в 1978—1979 гг. в лимане были проведены тотальные обловы: по данным П. Г. Сухойвана и В. И. Могильченко [2, 49], было выловлено 2,73 тыс. тонн рыбы с преобладанием атерины (97,1%). Уловы 1980 г. состояли из небольшого количества бычков и глоссы [50].

После создания водохранилища начался процесс формирования его ихтиофауны, выразившийся в существенных изменениях структуры ихтиоценоза. Хотя видовое богатство восстановилось достаточно быстро (в 1981 г. зарегистрировано 19 видов молоди рыб, в 1983 — 21 вид молоди и 45 видов взрослых особей [2, 49, 51]), в первые же годы отмечены существенные структурные перестройки, связанные с полным исчезновением морских и поступлением через канал Дунай — Сасык ряда пресноводных видов. В экспериментальных промысловых ловах 1981 г. основу составляли пресноводные рыбы (окунь, карась, плотва и укляя) — всего 77%, а также судак — 21,6%, лещ и сазан — 1,4%. В 1982 г. уловы состояли преимущественно из сазана (40,74%), серебряного карася (38,7%) и окуня (8,6%) [50]. Сегодня видовое богатство ихтиофауны составляют 49 видов рыб, причем 30 из них (61%) относятся к пресноводным [14, 47].

По сравнению с другими азово-черноморскими лиманами, Сасык отличается наибольшей качественной трансформацией ихтиофауны, что связано с его тотальной реконструкцией и изменением солоноватоводной экосистемы на пресноводную [14, 47]. Тем не менее, наряду с полным исчезновением морских рыб и трехкратным увеличением количества пресноводных видов, треть рыб, существовавших в лимане до опреснения, сохранилась. В целом, динамика ихтиоценоза водохранилища позволяет выделить три основных этапа его эволюции (см. таблицу): первый — доминирование на изобилии отмерших организмов рыб короткой детритной цепи (сазана и карася); второй — смена доминантов (судак, лещ), преобладание хищников и достижение наивысшей продуктивности; третий — доминирование рыб-детритофагов (карась), быстрое снижение количественных характеристик после достигнутого максимума, что в общем считается типичным ходом изменения ихтиоценозов равнинных водохранилищ [38].

Заключение

Антропогенная трансформация лимана Сасык была произведена в его наиболее благополучной, с точки зрения человека, стадии, когда экосистема имела хорошую многодесятилетнюю связь с морем, высокие показатели биоразнообразия и продуктивности. Искусственная, антропогенно вызванная экологическая катастрофа привела к гибели подавляющей части гидробионтов, их разложение могло привести к резкому, взрывному снижению качественных характеристик воды и общему ухудшению санитарно-экологического состояния водоема. Оценка масштаба катастрофы после опреснения лимана и превращения его в водохранилище показала, что в результате массовой гибели морских организмов, запасы которых составляли более 16 тыс. тонн, высвободилось порядка $3,3 \cdot 10^{10}$ кДж, что соответствует 850 тоннам органических веществ в пересчете на углерод [2, 55]. К счастью, органические вещества погибших гидробионтов были эффективно использованы во вновь образовавшихся пищевых сетях пресноводной экосистемы, что стимулировало быстрое становление и развитие как отдельных сообществ, так и всей биоты водохранилища.

Рассмотренные биотические группировки проходили сходное развитие: для всех создание пресноводного водохранилища в ложе бывшего соленого лимана послужило серьезной природной катастрофой. Для всех, и гидробиоценоза в це-

лом, после этапа катастрофы можно выделить три этапа пресноводной сукцессии.

Важным фактором быстрого обновления (первый этап сукцессии) стала работа оросительной системы, обеспечившая необходимый водообмен, связь с Дунаем, приток новых организмов и дополнительного кислорода, снизившая заморные явления и цветение водоема, и в целом гарантировавшая высокую продуктивность гидробиоценоза — в первые годы после создания водохранилища был отмечен рост продукции во всех сообществах [2, 30]. На втором этапе, в условиях работы насосных станций, поддерживающих хороший водообмен, гидробиоценоз водохранилища характеризовался высокой продуктивностью, в том числе большими уловами ценных видов рыб [2, 14, 47]. В дальнейшем (третий этап сукцессии), после остановки работы ДДОС по настоящее время, развитие водоема проходит в условиях существенно меньшего вмешательства человека, преобладают природные процессы, направленные на постепенное заболачивание вследствие уменьшения глубин (абразии берегов, поступлении дунайских взвесей) и зарастание.

Согласно полученным материалам, сукцессии биотических группировок в Сасыкском водохранилище определялись несколькими ведущими факторами: изменением солености и содержания органических веществ, снижением водообмена, постепенным заилением грунтов и обмелением водоема в целом. Причем соленость имела, наверное, наиболее значимое, хотя и достаточно краткосрочное влияние, обусловившее кардинальную замену преимущественно морских сообществ на, главным образом, пресноводные. В дальнейшем показатели минерализации стабилизировались и определили структуру сообществ, приспособленных к существованию в современном диапазоне ее значений. Большие запасы органики, оставшиеся в водоеме после лиманной биоты, дали быстрый старт развитию пресноводных и солоноватоводных видов, обеспечили, вместе с высоким водообменом, значительный продукционный потенциал первых лет существования водохранилища. Современный этап характеризуется стабилизацией солености, общим снижением продукционных показателей, «озеризацией» биоты.

Учитывая, что водохранилище имеет ряд конструктивных элементов (водозаборное сооружение, насосные станции, соединительный каналы), позволяющих управлять абиотическими компонентами экосистемы, в частности водообменом, теоретически возможно интенсифицировать биопродукционные процессы возвратом биотических сообществ на начальные этапы их развития. Об импульсно-стабилизированном характере существования экосистемы Сасыкского водохранилища первых лет его существования за счет дополнительного поступления аллохтонной органики и биогенных веществ из Дуная уже писал Т. А. Харченко [2, 53, 54, 56].

К сожалению, реального плана сохранения, использования, развития водоема на сегодня не существует, альтернативой современному часто рассматривается раздамбирование и возврат к соленому лиману.

Мнения ученых, активистов-экологов и местных жителей по этому вопросу неоднозначны. Оба решения — вернуть водоем морю или продолжать эксплуатировать в пресноводном режиме — требуют серьезных капиталовложений.

Оценив ретроспективную и современную экологическую ситуацию [28, 29] позволим себе отметить, что возврат к соленому состоянию будет еще одной экологической катастрофой для экосистемы, и, чтобы минимизировать ее отрицательное влияние на людей и природу региона, необходимы соответствующие исследования. Согласно экспертной оценке, выполненной по поручению Министерства экологии и природных ресурсов, в результате вторичного осолонения водоема «буде знищено вже сформовані прісноводні біоценози, загине накопичена біомаса гідробіонтів (близько 160—200 тис. т)» [17]. То есть, погибшая биомасса может оказаться более чем вдесятеро выше, чем при опреснении лимана! Другая оценка, сделанная нами на основании собственных исследований 2008—2010 гг., свидетельствует, что среднегодовые показатели одних только донных беспозвоночных составляли 6,4—19,4 тыс. экз/м² и 13,9—113,9 г/м², что в пересчете на всю площадь водохранилища (порядка 200 км²) позволяет оценить их биомассу в 2—20 тыс. тонн, причем значительную ее часть составляют малоподвижные организмы инфауны. Кроме того, следует учитывать, что в последние годы в ихтиофауне водоема доминирует карась, способный надолго зарываться в ил. Поэтому задача по обращению водохранилища в лиман без обеспечения качественного изъятия пресноводной биоты и принудительных промывок теперь уже морской водой может оказаться гораздо более сложной, чем опреснение лимана, как с точки зрения гарантирования «хорошего» качества воды, так и «хорошего» состояния экосистемы в целом.

Являясь в целом сторонниками пресноводного водоема, мы никоим образом не отрицаем самой возможности его обратной трансформации, но призываем обратить внимание на серьезность проблемы и необходимость всесторонней оценки различных вариантов дальнейшей судьбы водного объекта.

**

На основі власних досліджень та літературних матеріалів описано хід сукцесії гідробіоценозів лиману Сасик та Сасицького водосховища. Визначені основні тенденції розвитку біоти водойми в багаторічному аспекті.

**

The succession of hydrobiocenoses of Sasyk estuary and Sasyk reservoir was described based on own researches and retrospective materials. The main trends of the development of the biota of Sasyk in the long-term aspect were determined.

**

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. Бурксер Е.С. Солоні озера та лимани України. — К.: Вид-во ВУАН, 1928. — 341 с.
4. 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.

5. Бурнашев М.С., Чепурнов В.С. Материалы по гидробиологии и ихтиологии лимана Сасык // Уч. зап. Кишинев. ун-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., Мындра 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. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружение. — М.: Наука, 1987. — 340 с.
10. Гринбарт С.Б. Зообентос лиманов Северо-Западного Причерноморья, как кормовая база промысловых рыб // Тр. I ихтиол. конф. по изуч. морс. лиманов сев.-зап. части Черного моря. — Кишинев: Изд-во Кишинев. ун-та, 1960. — С. 135—147.
11. Гринбарт С.Б. Зообентос лиманов северо-западного Причерноморья и смежных с ним участков моря: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. — Одесса, 1967. — 52 с.
12. Гусынская С.А., Сергеев А.И., Парчук Г.В. Зоопланктон водоема Сасык // Гидробиологические исследования пресных вод. — Киев: Наук. думка, 1985. — С. 101—103.
13. Дегусенко-Щеголева Т.Н., Матвиенко А.М., Шкорбатов А.А. Определитель пресноводных водоростей СССР. Зеленые водоросли. Класс Вольвоксовые. Chlorophyta: Volvocinae. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959. — 230 с.
14. Демченко В.О., Смирнов А.А. Зміни іхтіорізноманіття лиманів Сасик, Тилігульський, Молочний та Утлюцький // Зб. наук. праць Харків. нац. пед. ун-ту. Біологія та валеологія. — 2009. — Вип. 11. — С. 16—23.
15. Димитриев Я.И. Оценка кормовой базы Причерноморских лиманов // Тр. I ихтиол. конф. по изуч. морс. лиманов сев.-зап. части Черного моря. — Кишинев: Изд-во Кишинев. ун-та, 1960. — С. 33—54.
16. Дьяченко Т.Н. Динамика макрофитов Сасыкского водохранилища // Гидрботаника 2010: Материалы I (VII) Междунар. конф. по водн. макрофитам, пос. Борок, 9—13 окт. 2010 г. — Ярославль: Принт-Хаус, 2010. — С. 94—96.
17. 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.
18. Енаки И.Г. Гидрохимический режим лимана Сасык и Сасыкского водохранилища // Гидробиология Дуная и лиманов северо-западного Причерноморья. — Киев: Наук. думка, 1986. — С. 36—52.
19. 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.

20. Зеленецкий Н.М. Отчет о ботанических исследованиях Бессарабской губернии (уезды Бендерский, Аккерманский и Измаильский). — Одесса: Изд-во Бессараб. губ. зем. управы, 1891. — 95 с.
21. Иванов А.И. Фитопланктон лимана Сасык и Сасыкского водохранилища // Гидробиология Дуная и лиманов северо-западного Причерноморья. — Киев: Наук. думка, 1986. — С. 89—105.
22. Иванова Н.О. «Цвітіння» води в Сасикському водосховищі // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2010. — Т. 2 (19). — С. 185—191.
23. 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.
24. Клер В. Уловы рыб в районе применения Русско-Румынской рыболовной конвенции // Бессараб. сельск. хоз-во. — 1915. — № 12. — С. 1—4.
25. 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.
26. Левина О.В. Донная фауна лимана Сасык в первый год после его реконструкции // Создание естественной кормовой базы для повышения продуктивности рыбоводства: Тез. докл. Всесоюз. конф., Москва, сентябрь 1984 г. — М.: Изд-во ВНИИПРХ, 1984. — С. 196—198.
27. Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья. Географические основы хозяйственного освоения / Под ред. Г. И. Швевса. — Л.: Наука, 1988. — 303 с.
28. Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е. Гидролого-гидрохимическая характеристика лимана Сасык и Сасыкского водохранилища // Гидробиол. журн. — 2016. — Т. 52, № 6. — С. 99—109.
29. Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е. Гидроэкологическая характеристика лимана Сасык и Сасыкского водохранилища // Там же. — 2017. — Т. 53, № 1. — С. 28—46.
30. Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е., Маковский В.В. и др. Структурно-функциональная характеристика макрозообентоса и рыбопродуктивность Сасыкского водохранилища // Рибгосп. наука України. — 2010. — № 2. — С. 60—66.
31. Ляшенко А.В., Метелецкая З.Г. Сапробиологическая характеристика качества воды Сасыкского водохранилища по организмам макрозообентоса // Гидробиол. журн. — 1997. — Т. 33, № 1. — С. 36—42.
32. Марченко І.С., Ляшенко А.В. Порівняльна характеристика зоопланктону Сасицького водосховища // Там же. — 2017. — Т. 53, № 4. — С. 54—65.
33. Медведев О.Ю. Гидрохимическая обстановка на Сасыкском водохранилище // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. — 2001. — Т. 2. — С. 467—471.
34. Мелиян И.В. Зоопланктон лимана Сасык: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Кишинев, 1969. — 20 с.
35. Мелиян И.В. Зоопланктон морских лиманов Дунайско-Днестровского междуречья // Фауна, экология и физиология животных. — Кишинев: Штиинца, 1978. — С. 7—13.

36. *Мордухай-Болтовской Ф.Д.* Процесс формирования донной фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах // Тр. Ин-та биологии водохранилищ. — 1961. — Т. 4. — С. 49—177.
37. *Мошу А.Я.* Материалы по видовому составу рыб лиманного озера Сасык // Академику Л. С. Бергу 130 лет: Сб. науч. статей. — Бендеры: Есо-TIRAS, 2006. — С. 103—109.
38. *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 промысловой обстановки: отчет по научно-исследовательской работе ГП «ОдЦ ЮгНИРО» / Под ред. С. Г. Бушуева. — Одесса, 2009. — 101 с.
39. *Павлов П.И.* К вопросу организации кефально-выростного хозяйства на лимане Сасык // Вторая экол. конф. по проблеме: массовое размножение животных и их прогнозы. — Киев: Изд-во Киев. ун-та, 1951. — Ч. 3. — С. 163—169.
40. *Парчук Г.В.* Зоопланктон Советского участка Дуная, Сасыкского водохранилища и Днестровского лимана: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Киев, 1985. — 19 с.
41. *Погребняк И.И.* Фитобентос и кормовые ресурсы Тузловской группы лиманов Измаильской области // Материалы по гидробиологии и рыбоводству лиманов северо-западного Причерноморья: Сб. науч. ст. — Одесса: Книго-газет. изд-во, 1952. — С. 69—84.
42. *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.
43. *Природа* Одесской области. Ресурсы, их рациональное использование и охрана / Под ред. Г. И. Швевса, Ю. А. Амброз. — Киев; Одесса: Вища шк., 1979. — 144 с.
44. *Прошкина-Лавренко А.И.* Диатомовые водоросли — показатели солёности вод: Диатомовый сб. — Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1953. — С. 186—205.
45. *Розенгурт М.Ш.* Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов. — Киев: Наук. думка, 1974. — 225 с.
46. *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.
47. *Смірнов А.І., Ткаченко В.О.* Характер іхтіорізноманіття як біотичний маркер опріснювання лиману Сасык (Кундук) // Зб. праць зоол. музею. — 2007. — № 39. — С. 41—56.
48. *Степаненко Н.М.* Формирование зообентоса лимана Сасык в процессе его гидротехнических преобразований // Гидробиол. журн. — 1986. — Т. 22, № 1. — С. 66—70.
49. *Сухойван П.Г., Могильченко В.И.* Ихтиофауна и биология основных промысловых рыб Килийской дельты Дуная и Сасыкского водохранилища

- // Гидробиология Дуная и лиманов северо-западного Причерноморья. — Киев: Наук. думка, 1986. — С. 105—119.
50. *Ткаченко В.А., Волошкевич А.Н.* Формирование ихтиофауны Сасыкского водохранилища в условиях опреснения // Гидробиол. журн. — 1984. — Т. 20, № 2. — С. 47—50.
51. *Ткаченко В.А., Колесник М.П.* Роль течений в распределении сеголетней молоди рыб в Сасыкском водохранилище // Вопросы гидробиологии водоемов Украины. — Киев: Наук. думка, 1988. — С. 89—94.
52. *Унифицированные методы исследования качества вод.* Ч. 3. Методы биологического анализа вод. Приложение 2. Атлас сапробных организмов. — М.: СЭВ, 1977. — 227 с.
53. *Харченко Т.А.* Концепция экотон в гидробиологии // Гидробиол. журн. — 1991. — Т. 27, № 4. — С. 3—19.
54. *Харченко Т.А.* Макрозообентос та його функціональні характеристики в прісноводних екосистемах України: Автореф. дис. ... докт. біол. наук. — К., 1994. — 45 с.
55. *Харченко Т.А.* Сасицьке водосховище: екологічні проблеми опресненого лиману // Вісн. АН УРСР. — 1988. — № 4. — С. 63—67.
56. *Харченко Т. А.* Экологические сукцессии, продуктивность эстуарных экотонных экосистем и глобальные процессы круговорота углерода в биосфере // Гидробиол. журн. — 1998. — Т. 34, № 1. — С. 3—14.
57. *Шекк П.В.* История и современное состояние кефалеводства в северном Причерноморье // Изв. Музей. фонда им. А. А. Браунера. — 2004. — Т. 1, № 2. — С. 1—10.
58. *Шуйский Ю.Д., Стоян А.А.* Опыт анализа антропогенной перестройки естественного лимана на северо-западном побережье Черного моря // Экол. безпека прибереж. та шельф. зон та комплекс. використання ресурсів шельфу. — 2011. — Т. 1, Вип. 25. — С. 38—48.
59. *Lepsi I.* Lacurile din sudul Basarabiei: Geologie, Morfologie, Fiziografie, Biologie // Bull. Musee Nat. Sciences Natur. Chisinau. — Roumanie, 1932. — P. 110—227.
60. *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.