

УДК 592:574.2(282.243.7.05)

А. В. Ляшенко, Е. Е. Зорина-Сахарова

**МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫЕ МОРСКОГО КРАЯ И
ПРИУСТЬЕВОГО ВЗМОРЬЯ КИЛИЙСКОЙ ДЕЛЬТЫ
ДУНАЯ**

На основании многолетних исследований проведен анализ распределения макрофауны беспозвоночных морского края и авандельты Килийского рукава Дуная. Рассмотрена структура комплексов беспозвоночных на участках, характеризующихся различными биотопическими параметрами, гидрохимическим и гидрологическим режимом.

Ключевые слова: морской край и авандельта Килийского рукава Дуная, зона контакта пресных и соленых вод, макробеспозвоночные.

Дельты и эстуарии — уникальные природные объекты, играющие огромную роль в жизни человека [26, 36, 41]. Их значимость в глобальных планетарных процессах сегодня не вызывает сомнения. Здесь эффективно продуцируется кислород и утилизируется углекислый газ, проходит очищение вод и аккумуляция загрязнений, сосредоточены запасы пресных вод, пищевые и другие ресурсы. Ландшафтное и биотопическое богатство способствует сохранению биологического разнообразия и концентрации живой материи, обеспечивает возможность существования не только обычных, широко распространенных, но и редких, эндемичных и реликтовых видов. Вместе с тем дельты являются уязвимыми образованиями, их реакции на естественные и антропогенные воздействия изучены недостаточно, сохранение экологического и экономического потенциала требует понимания механизмов, обеспечивающих стабильность их существования.

Дельта Дуная — типичная дельта выдвигания с открытым приустьевым взморьем — авандельтой, где происходит достаточно быстрый, в отличие от дельт заполнения эстуарного типа, переход гидрологического режима рукавов в гидродинамический режим моря [48]. В литературе встречается ряд определений понятия авандельты: как выступающей в море части дельты [29], или подводной части дельты [11], островной части, буферной зоны между русловой частью реки и морем [13], продолжением дельты. Авандельту понимают как приустьевое взморье, исключая впадающие в море рукава (гирла). В состав дельты нельзя включать «сопредельную мелководную часть прибрежной зоны моря — устьевое взморье» (цит. по [26], стр. 60), называемое также авандельтой.

© А. В. Ляшенко, Е. Е. Зорина-Сахарова, 2014

Дельта Дуная заканчивается передним, морским, краем, нижней границей дельты реки [17], который включает в себя заливы и устья рукавов, а авандельта (перед дельтой), не являющаяся частью дельты, — это акватория от побережья моря до зоны превалирования морских вод; ее протяженность от берега в море может составлять несколько километров. Геохимическую границу река — море при средних значениях стока Дуная характеризует изогалина 6‰, практически совпадающая со шпилем дамбы подходного канала глубоководного судового хода (ПК ГСХ) по рукаву Быстрый [3]; глубина здесь достигает 5—6 м. На изобату 6 м как морской край авандельты Волги указывает В. В. Громов [13], а на наличие специфической зоны прибрежных мелководий, где проявляется краевой эффект «сгущения жизни», также ограниченной этими глубинами, — Б. Г. Александров и Ю. П. Зайцев [2]. Учитывая, что длина подходного канала составляет порядка 3 км, не меньшей является в этом районе и ширина авандельты. В середине 50-х годов прошлого века Ю. М. Марковский [23], оценивая ширину приустьевоего взморья (авандельты) по песчаным барам и линии свала глубин, указывал расстояние от 1 до 4 км.

Авандельты крупных рек, в том числе Дуная, находятся на границах экосистем реки и моря, в экотоне, который, согласно классическим представлениям, обладает специфическими характеристиками, отсутствующими в составляющих их экосистемах [3, 4, 30, 41, 42, 44]. Безусловно, экотон Дунай — Черное море не ограничивается только авандельтой, сюда входят и морские акватории и собственно дельта. Определение границ экотона — вопрос интересный и важный как с теоретической, так и с практической точек зрения, о чем писали и мы [42, 44], и другие исследователи [50], однако это не является предметом обсуждения настоящей работы. Отметим лишь, что проникновение соленых морских вод отмечалось в черте г. Вилково на 17—20 км вверх по течению реки (осень 2011 г., устное сообщение сотрудников Дунайского биосферного заповедника), а пресных — на 35—40 км к востоку от побережья до о. Змеиного [15] и далее [17]. Таким образом, общая протяженность взаимодействия зоны река — море может составлять порядка 60 км, что хорошо согласуется с определением Ю. Одума [30] о более узкой территории самого экотона по сравнению с территориями взаимодействующих экосистем.

Авандельта расположена внутри экотона, она характеризуется наиболее напряженной гидродинамической и гидрохимической ситуацией, здесь в водах с соленостью 2—6‰ происходит седиментация взвешенных веществ с ассоциированными на них загрязнениями [3, 6]. Это — зона так называемой «критической солености биологических процессов» (5—8‰) [35, 40, 46]; к жизни в таких водах приспособлены сравнительно немногие организмы. Среди них, в частности, характерные для дельты Дуная представители реликтового понто-каспийского комплекса, потомки обитателей древнего, изолированного от Мирового океана и потому опресненного, Сарматского моря, сохранившиеся в устьях рек Азово-Черноморского бассейна, Арала и Каспия.

Зоны обеднения фауны устьевых участков и эстуариев рек под различными названиями (хорогалинная, импактная, некрозона) описаны для ряда

морских бассейнов [1, 8, 18, 34, 38, 39, 59]. В то же время, авторы исследования макробентоса 11 эстуариев рек и ручьев Каңдалакшского залива Белого моря не зарегистрировали резкого обеднения видового богатства сообщества даже в хорогалинной зоне с соленостью 5—8 ‰ [47]. На существование импактной зоны на взморье украинской дельты Дуная указывают работы ряда авторов, которые связывают угнетение донной фауны с поступлением дунайских вод, приносящих загрязнение биогенными и токсическими веществами [7, 9, 22, 37].

Некоторые сведения о морской фауне приустьевого пространства Килийской дельты Дуная можно почерпнуть из монографий Ю. М. Марковско-го [23] и В. В. Полищука [33]. Подробнее этот регион исследуется специалистами Одесского филиала Института биологии южных морей в рамках систематического изучения северо-западного шельфа Черного моря [9, 49], однако в целом их работы касаются акваторий, существенно более обширных, чем приустьевое взморье.

Работ, посвященных исследованиям пресноводных организмов в переходной зоне осолонения пресных вод, в авандельте Дуная, также немного. Впервые фауна приустьевого взморья Дуная описана В. М. Марковским [23], материалы, собранные им на глубинах до 3 м в течение вегетационного сезона 1949 г., показали формирование обедненных сообществ многощетинковых червей, двустворчатых моллюсков и ракообразных; и лишь на урезах песчаных пляжей значительного развития достигали гаммариды *Polydora maoticus* Sowinskyi.

В 1963—1969 гг. В. В. Полищук [33] отметил, что, вопреки известным фактам о количественном обеднении бентоса в приустьевом взморье и смещении районов со значительной биомассой мористее, по его данным, на фоне обычно бедного, как по видовому составу, так и по биомассе, бентоса, временами наблюдается значительное его развитие (до 300 г/м²). Основу бентоса составляли моллюски и многощетинковые черви, преобладали морские эвригалинные виды.

В 80—90-х годах прошлого века макрозообентос украинского участка Дуная изучал Т. А. Харченко [42, 44], который показал, что в водоемах переднего края дельты сообщества донных беспозвоночных имеют структурно-функциональные характеристики, позволяющие утверждать о существовании здесь экотона типа «река — море».

Однако в целом имеющиеся сведения, на наш взгляд, не дают представления о распределении организмов в зоне смешения пресных и соленых вод приустьевого взморья Дуная, зоне контакта морских и речных сообществ, хорогалинной зоне критической солености. В местах, где, с одной стороны, отмечены характеристики экотона типа «река — море» и «краевого эффекта» взаимодействия различных экосистем, а с другой — обеднение и нарушение функционирования биотических сообществ под воздействием природных и антропогенных факторов.

Целью настоящей работы было восполнение этого пробела на основании изучения видового состава и описание особенностей структуры комплексов макробеспозвоночных морского (переднего) края дельты и приустьевого взморья (авандельты) Килийского рукава Дуная.

Материал и методика исследований. В настоящей работе представлены материалы многолетних (2003—2012 гг.) исследований макробеспозвоночных пограничных акваторий дельты реки и приустьевого взморья (рис. 1). На севере дельты это солоноватоводные заливы Жебриянской бухты: Бади-ка кут, Солёный кут и Шабош кут (ст. 1—5). Причем для первых двух представлены результаты интегрального обследования внутренних акваторий и, отдельно, пограничной зоны с открытой морской Жебриянской бухтой, тогда как в зал. Шабош кут пробы собраны только в морской части. На востоке — обследованы пресноводные заливы Потапов кут и Делюков кут (ст. 16, 17) и акватории между устьями рукавов Быстрый, Восточный и Цыганка, от дамбы ПК ГСХ на юг через залив Быстрый кут и мористее ос-ва Птичьья коса на удалении до 3 км в море от побережья дельты (ст. 6—15).

Сбор материала выполнен по общепринятым гидробиологическим методикам [16, 24], с использованием метода трансект, описанием основных типов донных отложений и доминирующих видов макрофитов: бентоса — секционным дночерпателем (10×10 см), эпифауны — скребком (шириной 5 см), фитофильной фауны — смывом с растений. Сходство видового состава макрофауны определяли по индексу Серенсена [32] в программе BioDiversityPro [53]. В составе макрофауны выделяли понто-каспийский комплекс макробеспозвоночных, морские формы, включающие средиземноморские виды, и широко распространённые морские организмы, а также группу пресноводных видов [21, 28].

Структуру комплексов макробеспозвоночных по типам питания определяли с помощью базы данных программы расчета биотических индексов ASTERICS 3.1.11 [58]. По преобладающему типу питания выделяли девять групп организмов: фильтраторы, хищники, паразиты, измельчители, собиратели, а также организмы со смешанным типом питания — фитофаги-соскребатели, фитофаги-собиратели, фитофаги-измельчители и собиратели-измельчители.

На каждой станции отбора проб проводили измерения глубины, содержания кислорода в поверхностном слое (кислородомером АЖА-101М), активной реакции среды (рН-метром рН-301) и общей минерализации (кондуктометром HANNA HI 9835). Классификация качества вод по критерию общей минерализации выполнена в соответствии с методикой экологической оценки [25].

Результаты исследований и их обсуждение

Водоёмы и акватории приустьевого взморья северной и восточной части Килийского рукава Дуная различаются по гидрохимическим показателям, типу грунтов и по представленности биотопов (табл. 1). Наиболее солёными (мезогалинными до 12‰) являются заливы на севере дельты, где доминиру-



1. Карта-схема отбора проб: ст. 1, 2 — зал. Бадика кут, ст. 3, 4 — зал. Солёный кут, ст. 5 — зал. Шабаш кут, ст. 6 — ПК ГСХ, ст. 7 — море у шпильи дамбы ПК ГСХ, ст. 8 — море напротив о. Птичья коса (от рук. Быстрый), ст. 9 — море напротив о. Птичья коса (середина), ст. 10 — море напротив о. Птичья коса (от рук. Восточный), ст. 11 — мелководья между рук. Восточный и Цыганка, ст. 12 — устье рук. Быстрый, ст. 13 — устье рук. Восточный, ст. 14 — устье рук. Цыганка, ст. 15 — зал. Быстрый кут, ст. 16 — зал. Потапов кут, ст. 17 — зал. Делюков кут.

ет влияние моря, здесь понижение солёности отмечено в районе впадения Белгородского рукава в заливах Солёный кут и Бадика кут. Восточное побережье, за исключением морской оконечности защитной дамбы ПК ГСХ, где зафиксирована максимальная солёность 12,64‰, наоборот, находится под преобладающим воздействием наиболее активных рукавов, которые существенно опресняют прибрежные акватории; тут доминируют олиго-мезогалинные воды, переходящие в рукавах в гипогалинные. Преимущественно пресные воды зафиксированы в опреснённых заливах Делюков кут и Потапов кут. На режим солёности приустьевого взморья и переднего края дель-

1. Биотопическая характеристика обследованных акваторий

Номера станций	Общая минерализация, ‰	O ₂ , мг/л	pH	Преобладающая глубина, м	Типы донных отложений	Субстраты эпифауны	Экологические группы макрофитов
1	2,91 – 9,00 6,51	5,12 – 11,80 7,28	8,00 – 9,00 8,86	0,50	П, Р	ДР	ПР
2	0,96 – 9,95 3,51	4,80 – 12,44 8,46	7,20 – 8,48 8,10	1,50	ЗП, Р, СИ, ЧИ	ДР	ВВР, ГР
3	2,20 – 8,82 5,39	7,04 – 14,36 10,20	7,80 – 8,84 8,31	1,80	П, ЗП, Р	ДР	ПР
4	0,19 – 7,61 4,41	4,35 – 12,40 9,40	7,70 – 9,00 8,35	1,50	ЗП, Р, СИ, ЧИ	ДР	ВВР, ГР
5	2,69 – 12,00 7,25	9,45 – 12,20 10,46	8,20 – 8,81 8,49	1,50	П, Р, СИ	ДР	ПР
6	0,17 – 1,48 0,57	5,80 – 12,42 9,62	7,60 – 8,06 8,08	3,00	ЗП, СИ	К	—
7	0,46 – 12,64 3,66	7,30 – 11,30 9,97	8,07 – 8,60 8,29	7,00	ЗП, СИ	К	—
8	0,44 – 3,05 1,43	×	8,03	1,50	П	ДР	—
9	1,54	×	8,60	1,50	П	—	—
10	1,08	×	8,21	1,50	П	—	—
11	0,21 – 1,35 0,59	6,40 – 10,11 8,80	7,56 – 8,20 7,77	1,50	П, ЗП	—	—

Продолжение табл. 1

Номера станций	Общая минерализация, ‰	O ₂ , мг/л	pH	Превадирующая глубина, м	Типы донных отложений	Субстраты эпифауны	Экологические группы макрофитов
12	$\frac{0,17 - 0,72}{0,29}$	$\frac{5,09 - 12,50}{8,62}$	$\frac{7,24 - 9,85}{8,05}$	3,00	ЗП, СИ	ДР	ВВР, ГР
13	$\frac{0,18 - 0,57}{0,25}$	$\frac{5,60 - 13,00}{8,54}$	$\frac{7,23 - 9,85}{8,21}$	3,00	ЗП, СИ	ДР	ВВР, ГР
14	$\frac{0,18 - 3,73}{0,71}$	$\frac{7,68 - 11,53}{9,71}$	$\frac{7,30 - 8,40}{7,89}$	3,00	ЗП, СИ	ДР	ВВР, ГР
15	$\frac{0,17 - 4,72}{0,81}$	$\frac{3,40 - 15,69}{10,01}$	$\frac{7,00 - 8,86}{8,06}$	1,50	П, ЗП, СИ	ДР	ВВР, ГР
16	$\frac{0,19 - 1,04}{0,72}$	$\frac{4,84 - 13,26}{9,31}$	$\frac{7,09 - 9,70}{8,17}$	1,50	СИ, ЧИ	ДР	ВВР, РПЛ
17	$\frac{0,18 - 0,75}{0,28}$	$\frac{2,44 - 13,40}{8,12}$	$\frac{7,50 - 9,87}{8,03}$	1,50	СИ, ЧИ	ДР	ВВР, РПЛ

Примечание. Над чертой — пределы колебаний, под чертой — среднее геометрическое; П — песок; ЗП — заиленный песок; Р — ракушечник; СИ — серый ил; ЧИ — черный ил; ДР — дерево; К — камень; ВВР — воздушно-водные растения; ГР — погруженные растения; РПЛ — растительность с плавающими листьями; «х» — исследования не проводились. Здесь и в табл. 3: ст. 1, 2 — зал. Бадика кут, ст. 3, 4 — зал. Соленый кут, ст. 5 — зал. Шабаш кут, ст. 6 — ПК ГСХ, ст. 7 — море у шпилья дамбы ПК ГСХ, ст. 8 — море напротив о. Птичья коса (от рук. Быстрый), ст. 9 — море напротив о. Птичья коса (середине), ст. 10 — море напротив о. Птичья коса (от рук. Восточный), ст. 11 — мелководья между рук. Восточный и Цыганка, ст. 12 — устье рук. Быстрый, ст. 13 — устье рук. Восточный, ст. 14 — устье рук. Цыганка, ст. 15 — зал. Быстрый кут, ст. 16 — зал. Попапов кут, ст. 17 — зал. Демюков кут.

ты определенное влияние оказывают стонно-нагонные явления [12], однако они преимущественно недолговременны и не меняют общей картины солености исследованных акваторий. В целом, наши результаты хорошо согласуются с материалами исследований других авторов [49].

Концентрация кислорода в воде, как и в 90-е годы [49], была достаточно высокой, заморных явлений нами не зарегистрировано, минимальные величины были периодически отмечены на мелководьях заливов, как солоноватоводных и слабо зарастающих макрофитами — на севере, так и пресноводных, сильно заросших — на востоке.

Величины рН изменялись от 7,00 до 9,87. Максимальные показатели, отмеченные нами неоднократно в разных водных объектах, не являются характерными ни для Черного моря [27], ни для низовий Дуная [20, 31, 43]. Вместе с тем, периодически высокие значения рН (до 9,41) были отмечены в Жебриянской бухте и приустьевом взморье и другими исследователями [49], что, возможно, объясняется повышенной фотосинтетической активностью водорослей.

Большинство исследованных водных объектов являются мелководными. В заливах Жебриянской бухты максимальные глубины редко достигали 2 м, в пресноводных заливах они в среднем составляли 0,3—0,5 м, а максимальные величины (до 1,5 м) наблюдались лишь в периоды повышенной водности Дуная. Глубины устьевых участков рукавов были стабильными, максимальные значения зафиксированы по фарватеру — около 3 м. Наиболее глубоководным является район ПК ГСХ, где глубина достигала 6—7 м.

В исследованных водных объектах преобладают четыре типа донных субстратов: пески — на приустьевом взморье, заиленные пески — в солоноватоводных заливах, серые илы — в рукавах и черные — в пресноводных заливах. Пески и ракушечник доминируют на морских станциях и выходах заливов Жебриянской бухты в море. С середины заливов появляются серые илы, которые вместе с черными илами покрывают дно в вершинах заливов, а заиленные пески встречаются здесь лишь местами. В ПК ГСХ донные отложения представлены в основном заиленными песками и серыми илами, а ближе к о. Птичьа коса — ракушечником и песком. Устьевые участки рукавов имеют однотипные донные отложения из заиленных песков и серых илов. В море против о. Птичьа коса преобладают песчаные донные отложения (ст. 8—10), а на мелководьях ниже рук. Восточный, где поднимается новая коса (ст. 11), отмечено незначительное заиление грунтов. В пресноводных заливах Потапов кут и Делюков кут преобладают илы (серые и черные) со значительной примесью детрита. В зал. Быстрый кут на всей протяженности доминируют заиленные пески, на участках выходов залива к рукавам Быстрый и Восточный доминируют серые илы, а возле о. Птичьа коса — пески.

На большинстве станций преобладают заросли воздушно-водных растений с доминированием тростника обыкновенного *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex. Steud и погруженных с доминированием рдеста гребенчатого *Potamogeton pectinatus* L. и рдеста пронзеннолистного *P. perfoliatus* L. В пресно-

водных заливах зарегистрировано массовое развитие растений с плавающими листьями (водяной орех *Trapa natans* L.). На участках приустьевом взморья и в подходном канале (ст. 6—11) растения отсутствуют (см. табл. 1).

Меньше всего на взморье, как и в целом в дельте, субстратов, пригодных для развития эпифауны. Это преимущественно погруженная в воду древесина: крепления рыбацких мостков, затопленные стволы деревьев, коряги. Последние выносятся из рукавов в заливы, где задерживаются на длительное время, или далее в море. С 2004 г. наиболее масштабным субстратом для развития эпифауны стала подводная часть защитной дамбы ПК ГСХ, сложенная из гранитного бута.

Заключая биотопическую характеристику, следует констатировать, что обследованные акватории в первую очередь различались по солености, характеру донных отложений, представленности макрофитов и субстратов эпифауны. Активная реакция воды была преимущественно слабощелочной, кислородный режим характеризовался достаточно высокими значениями, глубины, за исключением одной станции, не превышали 3 м. Кроме того, обследованные акватории отличаются скоростью течения, подвижностью водных масс, содержанием взвешенных веществ и проч. [6, 10, 12, 51]. В целом, на взморье можно выделить три биотопа, имеющие определенные различия: солоновато-водные заливы северной части (ст. 1—5), устья рукавов и опресненные заливы восточного побережья (ст. 6, 12—17) и морское взморье от шпильки защитной дамбы ПК ГСХ до мелководий между рукавами Восточный и Цыганка (ст. 7—11).

Макрофауна взморья Килийского рукава Дуная была представлена 327 видами беспозвоночных (табл. 2), в том числе в составе зообентоса найдено 179, в составе эпифауны — 139 и в составе фитофильной фауны — 237 видов. Это достаточно высокий показатель, поскольку общее видовое богатство макрозообентоса Нижнего Дуная, по материалам международных экспедиций, проведенных под эгидой дунайской комиссии (Joint Danube Survey (JDS), JDS-2 и Joint Danube Delta Survey (JDDS)), составило 288 видов [54, 55, 57]. Обобщение наиболее известных списков видов и собственных многолетних наблюдений [5, 19, 23, 28, 33, 45] для устьевой области Дуная и придунайских озер, начиная с работ Ю. М. Марковского [23], позволяет говорить о, по крайней мере, вдвое большей цифре. По сведениям румынских специалистов, в дельте обитает не менее 290 видов донных беспозвоночных и 353 — фитофильных [52].

В водных объектах взморья, как и всего Нижнего Дуная [54, 55], наиболее богато представлены такие группы, как Chironomidae, Oligochaeta, Gastropoda, Gammaridae и Bivalvia. Последние приурочены преимущественно к донным субстратам, где, наряду с пресноводными формами pp. *Unio*, *Anodonta* и *Dreissena*, нами зарегистрированы морские виды *Abra ovata* (Philippi), *Anadara inaequalvis* (Bruguiere), *Cardium edule* L. и *Mya arenaria* (L.). Брюхоногих моллюсков и насекомых больше всего в составе фитофильных комплексов, ракообразных — в бентосе, наименьшим среди исследованных группировок видовым богатством характеризовалась эпифауна.

2. Таксономическая структура макрофауны

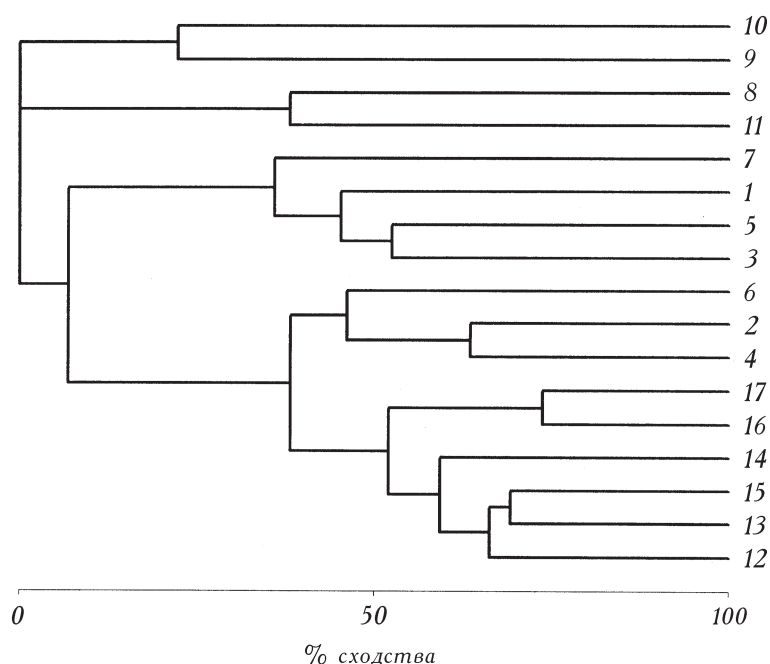
Таксоны беспозвоночных	Зообентос	Эпифауна	Фитофильная фауна	Макрофауна
Mollusca				
Bivalvia	10	3	3	11
Gastropoda	20	17	37	42
Annelida				
Polychaeta	7	3	4	7
Oligochaeta	24	25	28	42
Hirudinea	4	2	9	9
Crustacea				
Corophiidae	6	5	6	8
Gammaridae	19	13	17	27
Talitridae	1	1	1	1
Izopoda	5	5	3	5
Cumacea	6	1	1	6
Mysidacea	8	1	2	8
Decapoda	2	2	2	2
Cirripedia	1	1	1	1
Insecta				
Odonata	9	2	15	17
Ephemeroptera	4	3	6	9
Coleoptera	3	5	14	17
Heteroptera	4	5	13	14
Lepidoptera	1	—	2	2
Trichoptera	5	4	10	13
Chironomidae	34	26	37	54
Другие Diptera	4	7	17	20
Bryozoa	—	7	6	9
Другие таксоны	2	1	3	3
Всего	179	139	237	327

Результаты анализа сходства видового состава макробеспозвоночных в водных объектах взморья представлены в таблице 3 и на рисунке 2. Можно выделить несколько групп станций, характеризующихся общностью видовой структуры комплексов макробеспозвоночных, обобщенные характеристики которых приведены в таблице 4.

3. Коэффициенты сходства видового состава макробеспозвоночных (по индексу Серенсена)

Номера станций	13	14	15	16	17	3	4	1	2	5	6	7	11	8	9	10
12	66	66	68	57	59	30	50	25	45	22	51	19	5	12	6	2
13		59	69	68	63	23	45	23	47	17	44	14	3	11	5	2
14			63	54	52	31	48	30	49	23	50	19	4	15	8	2
15				62	60	23	48	26	49	23	49	18	5	13	6	2
16					74	21	47	20	45	13	38	7	1	6	3	0
17						19	44	21	44	14	41	8	1	6	4	3
3							50	45	42	53	41	41	9	20	13	0
4								46	64	43	53	27	4	17	4	2
1									41	45	36	36	0	16	8	4
2										34	46	23	2	11	4	0
5											31	41	10	22	14	5
6												37	9	27	8	6
7													32	37	15	8
11														38	22	0
8															9	10
9																22

Во-первых, две группы станций (9 и 10, 8 и 11) отличаются невысоким уровнем сходства видового состава как между собой (до 38%), так и с другими станциями. Это наиболее мористые акватории, опресняемые стоком рук. Быстрый. Здесь в условиях сильного волнового воздействия, на преимущественно песчаных грунтах развиваются небогатые в видовом отношении (от 4 до 17 видов на станции) комплексы зообентоса. Наибольшее количество видов отмечено на участке взморья, максимально приближенном к рукаву Быстрый (ст. 8). Преобладают ракообразные понто-каспийской реликтовой фауны (11 видов), наиболее часто встречается *P. maeoticus*, образующий на урезе воды поселения плотностью в десятки тысяч экземпляров на м² и биомассой до нескольких кг/м². Средиземноморский комплекс представлен моллюсками *A. ovata*, гаммаридами *Bathyporeia guilliamsoniana* Vate и многощетинковыми червями-неретидами. Из пресноводной фауны отмечены лишь малощетинковые черви *Isochaetides michaelsoni* (Lastockin), водяные клопы *Micronecta griseola* Kirkaldu и три вида личинок комаров-звонцов. По типу питания большая часть встреченных видов (9, или 39%) относится к фильтраторам (двустворчатые моллюски, мизиды, корофииды, кумовые ракообразные, а также два вида личинок Chironomidae). Хищные формы составляют 9% зообентоса, остальные — детритофаги различных способов питания (глотатели, собиратели, соскребатели).



2. Дендрограмма сходства видового состава макробеспозвоночных (по индексу Серенсена).

Вторая группа — станции 1, 3, 5 и 7, находящиеся на входах в заливы северной части взморья и бухты ПК ГСХ (см. рис. 1). Уровни сходства видового состава макрофауны здесь выше (36—53%), акватории характеризуются высокой соленостью (до 12,64‰), небольшими глубинами и преимущественно песчано-илистыми грунтами. Немногочисленная растительность представлена в основном погруженными видами, развивающимися у входов в заливы, в местах, защищенных от волнового воздействия береговыми косами. В бухте ПК ГСХ растения не обнаружены, зато на каменистой отсыпке защитной дамбы интенсивно развиваются организмы эпифауны (ст. 7), на других станциях субстратами эпифауны является отмершая древесина — преимущественно коряги, принесенные течениями. Увеличение разнообразия биотопов приводит к росту общего видового богатства: нами зарегистрировано 87 видов макрофауны, в том числе зообентос — 55, фитофильные беспозвоночные — 40, эпифауна — 32 вида. Наиболее разнообразно представлены Crustacea — 30 видов, половину из которых составляют Amphipoda, Annelida — 6 видов Polychaeta и 13 видов Oligochaeta, 7 видов Mollusca и 22 вида Insecta, из которых 11 относятся к сем. Chironomidae. Здесь обитают виды, предпочитающие мезо-эугалинные воды: двустворчатые моллюски *A. ovata* (Philippi), *A. inaequalis* (Bruguiere), *C. edule* L., *Mytillus galloprovincialis* Lamarck; равноногие ракообразные *Idotea baltica* Audouin, *I. ostroumovi* (Sowinsky) и *Sphaeroma serratum* (Fabr.); гаммариды *Gammarus aequicauda* Martynov, мшанки *Conopeum seurati* (Cau), многощетинковые черви *Polydora ciliata limicola* (Jonson). Широко встречаются виды, переносящие значительные изменения солености: черви рр. *Nereis* и *Paranais*, амфиподы *Corophi-*

4. Структурная характеристика макрофауны

Показатели	Группы станций = комплексы беспозвоночных (номера станций)			
	I (№ 8—11)	II (№ 1, 3, 5, 7)	III (№ 2, 4, 6)	VI (№ 12—17)
Таксономическая структура (количество видов)				
Bivalvia	4% (1)	6% (6)	2% (3)	3% (8)
Gastropoda	—	1% (1)	7% (10)	14% (41)
Oligochaeta	4% (1)	15% (13)	17% (25)	14% (39)
Polychaeta	13% (3)	7% (6)	5% (7)	1% (3)
Amphipoda	39% (9)	17% (15)	10% (15)	10% (29)
Другие Crustacea	17% (4)	17% (15)	10% (14)	5% (13)
Chironomidae	17% (4)	13% (11)	23% (33)	18% (51)
Другие Insecta	4% (1)	13% (11)	17% (24)	29% (84)
Другие виды	—	10% (9)	8% (12)	7% (20)
Всего видов	23	87	143	288
Структура по происхождению (количество видов)				
Понто-каспийская фауна	48% (11)	30% (26)	15% (21)	14% (39)
Средиземноморская фауна	13% (3)	15% (13)	9% (13)	2% (5)
Пресноводная фауна	39% (9)	51% (44)	71% (102)	82% (237)
Чужеродные виды	—	5% (4)	5% (7)	2% (7)
Структура по способу питания, (количество видов)				
Количество способов питания	4	7	9	9
Фильтраторы	39% (9)	34% (30)	22% (31)	15% (43)
Хищники	9% (2)	15% (13)	17% (24)	19% (56)
Паразиты	—	—	1% (1)	2% (5)
Прочие (глотатели, собиратели, соскребатели и др.)	52% (12)	51% (44)	61% (87)	64% (184)

um volutator (Pallas) и *P. maeoticus*, мизиды *Mesopodopsis slabberi* (van Beneden), десятиногие ракообразные *Palaemon elegans* Rathke и *Rhithropanopeus harrisi tridentata* Maitland, а также усоногий рачок *Ballanus improvisus* Linne. Богатство пресноводной фауны (44 вида) обеспечивается развитием в составе донной фауны и фитофильных комплексов малощетинковых червей (13 видов) и насекомых (22 вида). В донных сообществах преобладают представители понто-каспийского комплекса (77%), представленные преимущест-

венно гаммаридами и кумовыми ракообразными. Представители средиземноморской фауны (13 видов) встречаются во всех экологических группировках, наиболее распространены *I. baltica*, *C. volutator* и *G. aequicauda*. Систематически попадаются виды-вселенцы *B. improvisus* и *R. harrisii tridentata*, *P. ciliata limicola* и *A. inaequalvis*, последний вид зарегистрирован только в бентосе, остальные — во всех группировках. Увеличивается разнообразие способов питания беспозвоночных, количество собирателей и соскребателей. Значительную часть макрофауны этих участков (36%) составляют фильтраторы (31 вид), в первую очередь это *B. improvisus*, *C. volutator*, *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, спорадически встречались двустворчатые моллюски. Доля хищных форм в составе макрофауны несколько выше, чем на приустьевом взморье — 14% (12 видов). Кроме полихет, они представлены личинками стрекоз и мелкими пиявками.

Третья группа — станции 2, 4, и 6 — внутренние акватории кутов Бадика и Солёный и бухты ПК ГСХ. Уровни сходства видового состава макрофауны здесь выше (46—64%), чем на предыдущих станциях, больше заиление донных субстратов, средние и максимальные величины солёности — ниже, на станциях 2 и 4 отмечено развитие воздушно-водной и погруженной растительности (см. табл. 1). Макрофауна представлена 143 видами (зообентос — 86, фитофильные беспозвоночные — 66, эпифауна — 52). К видам, обитающим на пограничных с морем участках, добавляются пресноводные двустворчатые и брюхоногие моллюски, малощетинковые черви, личинки стрекоз, ручейников, клопов, разнообразней фауна комаров-звонцов. Богатство средиземноморского и понто-каспийского комплексов организмов такое же, как в предыдущей группе станций — входах в заливы, количество же пресноводных видов увеличивается более чем вдвое, достигает 102 видов и составляет 71%. Разнообразие способов питания максимально, появляются фитофаги-измельчители и паразитические пиявки. Количество видов-фильтраторов то же, что и во второй группе, но доля их уменьшается. В эпифауне на различных субстратах развиваются поселения активных фильтраторов-седиментаторов *Dreissena polymorpha* Pall. и *B. improvisus*, формирующих на разных станциях сходные по составу сообщества. Количество видов и доля хищных форм в сообществах макрофауны возрастает за счет появления хищных личинок насекомых (Chironomidae, Heteroptera, Odonata).

Четвертую, наибольшую группу образуют оставшиеся станции — устьевые участки рукавов и пресноводные заливы (ст. 12—17), внутри которой отдельный кластер образуют заливы Потапов кут и Делюков кут. Все станции характеризуются высоким уровнем сходства видового состава макрофауны (52—74%), невысокой солёностью с преимущественно гипо-олигогалинными водами, широким разнообразием грунтов и представленностью макрофитов (см. табл. 1), и, как следствие такого высокого биотопического разнообразия, наибольшим видовым богатством. Максимальным сходством видового состава (74%) характеризуются заливы Делюков кут и Потапов кут; расположенные к северу и к югу от устья рукава Анкундинов, они имеют сходную эволюцию и биотопические характеристики: незначительные глубины, высокое зарастание ВВР, превалирование илесто-детритных грунтов. Залив Быстрый кут (ст. 15) образовался в 1997—1998 гг. ниже устья рук.

Быстрый вследствие поднятия о. Птичья коса. Водоем неглубокий, преимущественно до 1,5 м, быстро заиливается и зарастает. Формирование комплексов макрофауны происходило под влиянием выноса беспозвоночных из рукавов Быстрый и Восточный, что и обусловило несколько более высокое сходство их видового состава (68—69%) по сравнению с расположенным южнее устьем рукава Цыганка (63%).

Макрофауна станций 12—17 состоит из 288 видов беспозвоночных: макрозообентос — 145 видов, фитофильная фауна — 214 видов и эпифауна — 121 вид. Среди беспозвоночных доминирует пресноводный комплекс (237 видов): брюхоногие моллюски, малощетинковые черви и насекомые. Из средиземноморской фауны повсеместно встречаются полихеты р. *Nereis* и корофииды *C. volutator*; на некоторых станциях отмечены моллюски *A. ovata* (ст. 15), *B. reticulatum* (ст. 12), гаммариды *G. aequicauda* (ст. 15) и креветки *P. elegans* (ст. 12). Видовое богатство понто-каспийской фауны здесь наибольшее (36 видов) и определяется значительным разнообразием Amphipoda, однако их доля по сравнению с предыдущими комплексами беспозвоночных (I—III) наименьшая (14%). Также уменьшается доля фильтраторов (15%) и увеличивается доля хищников (19%). Вместе с тем общее количество фильтраторов здесь наибольшее, появляются пресноводные мшанки (*Fredericella sultana* (Blumenbach), *Hyalinella punctata* (Hancock), *Paludicella articulata* (Ehrenberg), *Plumatella emarginata* Allman, *P. fungosa* Pallas) и двустворчатые моллюски (*Anodonta piscinalis* (Nilsson), *Corbicula fluminea* (O. F. Müller), *Sphaerium corneum* (Linne), *Unio pictorum* (Linne)), разнообразнее становится фауна Corophiidae и Mysidacea. Увеличение количества хищных форм обусловлено увеличением разнообразия насекомых Odonata и Coleoptera, а паразитов — Hirudinea.

Обобщая полученные результаты можно отметить следующие особенности структуры комплексов макробеспозвоночных морского края и авандельты Килийского рукава Дуная. Во-первых, крайняя неравномерность распределения видов: на протяжении в несколько километров от открытых морских акваторий к опресненным водоемам и водотокам морского края дельты зарегистрирован значительный (более чем на порядок) рост видового богатства макрофауны. Выделено четыре комплекса макробеспозвоночных, имеющих характерные структурные отличия. Таксоны высокого ранга представлены во всех комплексах беспозвоночных, за исключением брюхоногих моллюсков, которые не зарегистрированы на первой группе станций. Общий рост количества видов сопровождается изменениями структуры комплексов макробеспозвоночных (см. табл. 4, рис. 3). В ряду морские акватории — водные объекты опресненного побережья (комплексы макробеспозвоночных I → II → III → IV) отмечено уменьшение доли Polychaeta, Amphipoda и других Crustacea и увеличение Gastropoda, Oligochaeta и Insecta, доля и количество Bivalvia изменялись незначительно. Изменения структуры комплексов по происхождению видов соответствует изменению солёности, в пресных водах характерно подавляющее значение пресноводной фауны, к морю увеличивается доля понто-каспийцев и морских видов. Наиболее динамична картина изменения структуры комплексов беспозвоночных по способам питания. На первой группе станций зарегистрированы представители четырех, на второй — семи, на третьей и четвертой — всех девяти

способов питания. От моря к пресноводным объектам идет изменение структуры в сторону уменьшения доли фильтраторов и увеличения доли хищников. Значимость в структуре паразитических животных (в нашем случае это преимущественно пиявки) была незначительна, а беспозвоночных с другими способами питания (глотатели, собиратели, соскребатели и проч.) не ясна, хотя они составляют значительную часть спектра способов питания, можно отметить лишь, что их доля незначительно увеличивается (от 52 до 64%).

Выше мы выделили три биотопа, где обитают четыре комплекса макробеспозвоночных. Комплекс наиболее мористых станций (№№8—11), находится в наиболее неблагоприятных для макробеспозвоночных условиях среды, на границе смешения пресных и соленых вод, сильного волнового воздействия, перемещения грунтов и прочее. Это своеобразная зона катастрофы для донных беспозвоночных, зона смены пресноводных и морских сообществ, зона пионерных сообществ, где они формируются и в ходе сукцессий развиваются во времени и пространстве. Отмеченные здесь комплексы макробеспозвоночных характеризуются обедненным видовым составом (всего 23 вида) и самыми низким коэффициентами сходства, большинство видов (80%) обычны в сообществах макрофауны дельты или прилегающих морских акваторий. Нами не выявлены «пограничные» в понимании Ю.Одума [30] виды, организмы, обитающие или проводящие большую часть времени на границах между сообществами.

Заключение

Представленные выше материалы позволяют подойти ближе к пониманию особенностей периферийных (маргинальных) биотопов [15, 56], краевого эффекта и определения границ экотона. С одной стороны организмы периферийных биотопов подвержены дополнительным негативным воздействиям, вследствие чего характеризуются обедненными структурными характеристиками, с другой — не вызывает сомнения феномен краевого эффекта [30], возникающего вследствие взаимодействия различных экосистем, известный на суше как эффект опушки леса, где всегда больше живых существ, чем в лесу и приграничной с ним открытой местности. Зона взаимодействия экосистем реки и моря достаточно масштабна и динамична, ее ширина достигает порядка 60-ти км, а высокие показатели видового и количественного обилия обеспечиваются большим биотопическим разнообразием, богатством исторически сложившейся совокупности видов различного происхождения. Самым бедным является приустьевое взморье, что объясняется жесткими гидрологическими условиями и гидрофизическим режимом, однообразием донных отложений, отсутствием растительности и постоянных субстратов для развития эпифауны. Здесь возникает своеобразная «зона катастрофы», где может выживать и существовать лишь достаточно ограниченное количество видов макробеспозвоночных. Выдвижение дельты приводит к образованию на побережье заливов, где происходит стабилизация гидрологического и гидрохимического режимов, и как следствие значительное увеличение видового богатства, усложняется структура комплексов гидробионтов, начинаются пресноводные экологические сукцессии гидробиоценозов дельты. Аналогичный процесс, по-видимому, происходит и мористее, с морскими гидробиоценозами. В дальнейшем существенным двигателем сукцессии становится развитие ви-

дов-эдификаторов, модификаторов окружающей среды, жизнедеятельность которых оказывает влияние на характеристики водоемов и процессы, которые в них происходят. Это преимущественно ассоциации макрофитов, которые постепенно переключают поток энергии с аллохтонного на автохтонный и обеспечивают дополнительные биотопы для развития других гидробионтов. По нашим данным, значение макробеспозвоночных на начальном этапе сукцессии в дельте Дуная сравнительно невелико, в дальнейшем возрастает роль беспозвоночных-фильтраторов (многощетинковых червей, корофидов, мизид, моллюсков, личинок хирономид и других), которые вместе с абиотической компонентой способствуют трансформациям водных объектов и их биоценозов, в частности усиливая процесс заиления водоемов.

**

За результатами багаторічних досліджень проведено аналіз розподілу макрофауни безхребетних морського краю та авандельти Кілійського рукава Дуная. Досліджено структуру комплексів безхребетних на ділянках, які характеризуються різними біотопічними характеристиками, гідрохімічним і гідрологічним режимом.

**

According to the results of long-term researches the analysis of invertebrate macrofauna distribution of marine edge and fore delta of Kylyia arm of Danube is carried out. The structure of invertebrate complexes of areas, which characterized by different biotopic characteristics, hydrochemical and hydrological regime is investigated.

**

1. Алагин Н.В. Критический характер биологического действия каспийской воды соленостью 7—11‰ и аральской воды соленостью 8—13 ‰ // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. — 1989. — Т. 196. — С. 12—21.
2. Александров Б.Г., Зайцев Ю.П. Биоразнообразие придунайского района Черного моря в условиях эвтрофирования // Экосистема взморья украинской дельты Дуная. — Одесса: Астропринт, 1998. — С. 304—322.
3. Берлинский Н.А., Денга Ю.М., Попов Ю.И., Украинский В.В. К вопросу о трансграничном влиянии в устьевой области Дуная. // Вестн. Одес. ун-та. — 2010. — Т. 15, вып.10. — С. 93—103.
4. Биоразнообразие и качество среды антропогенно измененных гидроэкосистем Украины. — Киев: Ин-т гидробиологии НАН Украины, 2005. — 314 с.
5. Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника, збереження та управління. — К.: Наук. думка, 1999. — 704 с.
6. Богатова Ю.И. Взвешенное вещество в Килийской дельте Дуная и на взморье Дуная // Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу: Зб. наук. праць. — Севастополь, 2009. — С. 241—247.
7. Бондаренко А.С. Таксоцен полихет в приустьевом взморье реки Дунай // Мор. екол. журн. Отд. вып. — 2011. — № 2. — С. 11—16.

8. Бурковский И.В., Столяров А.П. Особенности структуры макробентоса в биотопе с выраженным градиентом солености // Зоол. журн. — 1995. — Т. 74, вып. 2. — С. 32—46.
9. Воробьева Л.В., Синегуб И.А., Шурова Н.М. Развитие исследований зообентоса северо-западной части Черного моря за полувековой период (1950—2000 гг.) // Экология моря. — 2003. — Вып. 3. — С. 23—29.
10. Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И., Берлинский Н.А. Особенности формирования гидрохимических условий украинской части устьевой области Дуная // Экосистема взморья украинской дельты Дуная. — Одесса: Астропринт, 1998. — С. 21—62.
11. Геологический словарь: В 2 т. / Под ред. К. Н. Паффенгольца и др. — М.: Недра, 1978. — Т. 1 (А—М). — 486 с.
12. Гидрология дельты Дуная / Под ред. В. Н. Михайлова. — М.: ГЕОС, 2004. — 448 с.
13. Громов В.В. Водная и прибрежно-водная растительность авандельты р. Волги и Северного Каспия // J. of Siberian Federal University. — 2009. — Ser. Biology 3 (2). — С. 286—298.
14. Зайцев Ю.П. Введение в экологию Черного моря. — Одесса: Эвен, 2006. — 224 с.
15. Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Богатова Ю.И. и др. Остров Змеиный // Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. — Киев: Наук. думка, 2006. — С. 428—444.
16. Зимбалевская Л.Н. Фитофильные беспозвоночные равнинных рек и водохранилищ: экологический очерк. — Киев: Наук. думка, 1981. — 216 с.
17. Иванов В.А., Миньковская Р.Я. Морские устья рек Украины и устьевые процессы. Ч. 1. — Севастополь: Мор. гидрофиз. ин-т, 2008. — 448 с.
18. Комендантов А. Ю. Соленостные реакции эстуарных полихет и двустворчатых моллюсков Южного Приморья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Л., 1986. — 23 с.
19. Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е. Сравнительная характеристика показателей разнообразия макрофауны беспозвоночных украинской и румынской частей дельты Дуная // Гидробиол. журн. — 2009. — Т. 45, № 4. — С. 17—33.
20. Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е. Биоиндикация качества вод Килийской дельты Дуная по организмам макрофауны водных беспозвоночных // Там же. — 2012. — Т. 48, № 4. — С. 45—66.
21. Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е., Маковский В.В., Санжак Ю.О. Современное состояние понто-каспийского комплекса макрофауны беспозвоночных низовий Дуная в пределах Украины // Там же. — 2012. — Т. 48, № 2. — С. 21—40.
22. Макаров Ю.Н., Костылев Э.Ф. Моллюски в эвтрофированных районах украинского шельфа Черного моря (по результатам наблюдений 1997—1998 гг.) // Вісн. Житомир. держ. ун-ту. — 2002. — № 10. — С. 120—122.
23. Марковский Ю.М. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины, условия ее обитания и пути использования. Ч. III. Водоемы Килийской дельты Дуная. — Киев: Изд-во АН УССР, 1955. — 270 с.

24. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / За ред. В. Д. Романенка. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
25. *Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями*. — К., 1998. — 28 с.
26. Михайлов В.Н. Речные дельты: строение, образование, эволюция // Сорос. образоват. журн. 2001. — Т. 7, № 3. — С. 59—66.
27. Моисеенко О.Г., Коновалов С.К., Козловская О.Н. Внутригодовые и многолетние изменения карбонатной системы аэробной зоны Черного моря // Мор. гидрофиз. журн. — 2010. — № 6. — С. 42—57.
28. Мороз Т.Г. Макрозообентос лиманов и низовьев рек северо-западного Причерноморья. — Киев: Наук. думка, 1993. — 188 с.
29. Москвин А.Ю. Большой словарь иностранных слов. — М.: Центрполиграф, 2003. — 688 с.
30. Одум Ю. Основы экологии. — М.: Мир, 1975. — 745 с.
31. Оксюк О.П., Журавлева Л.А., Ляшенко А.В. и др. Характеристика качества воды украинского участка Дуная (по общим показателям) // Гидробиол. журн. — 1992. — Т. 28, № 6. — С. 3—11.
32. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях — М.: Наука, 1982. — 287 с.
33. Поліщук В.В. Гідрофауна пониззя Дунаю в межах України. — К.: Наук. думка, 1974. — 421 с.
34. Природная среда Ямала. Т. 3. Биоценозы Ямала в условиях промышленного освоения / С. П. Арефьев, С. Н. Гашев, В. Б. Степанова и др. — Тюмень: Ин-т проблем освоения Севера СО РАН, 2000. — 136 с.
35. Романенко В.Д. Основы гідроекології: Підручник. — К.: Обереги, 2001. — 728 с.
36. Сафьянов Г.А. Эстуарии. — М.: Мысль, 1987. — 189 с.
37. Синегуб И.А. Макрозообентос (состав, состояние, сезонная динамика и тенденции развития) Жебриянской бухты — импактной зоны северо-западной части Черного моря в период 1988—1996 гг. // Экосистема взморья украинской дельты Дуная. — Одесса: Астропринт, 1998. — С. 290—303.
38. Столяров А.П. Зональный характер распределения макробентоса эстуария р. Черой (Кандалакшский залив, Белое море) // Зоол. журн. — 1994. — Т. 37, № 4. — С. 65—71.
39. Ушаков В.П. Фауна беспозвоночных Амурского лимана и соседних опресненных участков Сахалинского залива // Сб. «Памяти акад. С.А. Зернова». — М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1948. — С. 175—191.
40. Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. — 464 с.
41. Харченко Т.А. Концепция экотонов в гидробиологии // Гидробиол. журн. — 1991. — Т. 27, № 4. — С. 3—9.
42. Харченко Т.А., Ляшенко А.В. Структурно-функциональные характеристики макрозообентоса водных экотонов как индикаторный показатель их границ // Там же. — 1996. — Т. 32, № 2. — С. 3—11.

43. Харченко Т. А., Ляшенко А. В., Башмакова И. Х. Ретроспективный анализ качества воды низовьев Дуная // Там же. — 1999. — Т. 35, № 6. — С. 3—16.
44. Харченко Т. А., Ляшенко А. В., Волюков Ю. М. Макрозообентос та межі еко-тонів // І з'їзд гідроекол. т-ва України. — К.: Молодь, 1994. — С. 132.
45. Харченко Т. А., Ляшенко А. В., Зоріна-Сахарова К. Є. Оцінка оригінальності складу ценозів естуаріїв України за показниками біорізноманітності макрозообентосу / Природ. альманах. Сер. Біол. науки. — 2006. — Вип. 8. — С. 273—282.
46. Хлебович В. В. Критическая соленость биологических процессов. — Л.: Наука, 1974. — 231 с.
47. Чертопруг М. В., Угалов А. А., Столяров А. П., Борисов Р. Р. Разнообразие сообществ макробентоса эстуариев Белого моря // Океанология. — 2004. — Т. 44, № 5. — С. 1—11.
48. Чистяков А. А., Макарова Н. В., Макаров В. И. Четвертичная геология. Учебник. — М.: ГЕОС, 2000. — 303 с.
49. Экосистема взморья украинской дельты Дуная / Под ред. Л. В. Воробьевой. — Одесса: Астропринт, 1998. — 322 с.
50. A new look at ecotones: emerging international projects on landscape boundaries / Biology International. — 1988. — Special Issue 17. — 163 p.
51. Berlinsky N., Bogatova Yu., Garkavaya G. Estuary of the Danube // The handbook of environmental chemistry. — Berlin: Heidelberg, 2006. — Vol. 5. — P. 233—264.
52. Danube Delta. Genesis and biodiversity. — Leiden: Bachus Publ., 2006. — 444 p.
53. James F. C., McCulloch C. E. Multivariate analysis in ecology and systematics: panacea or pandora's box // Annu. Rev. Ecol. Syst. — 1990. — Vol. 21. — P. 29—166.
54. Joint Danube Survey 2. Final scientific report. — ICPDR — International Commission for the Protection of the Danube River (2008): www.icpdr.org.
55. Joint Danube Survey. Technical Report of the International Commission for the Protection of the Danube River (2002): www.icpdr.org.
56. Kawecki T. Adaptation to Marginal Habitats // Ann. Rev. Ecol., Evolution and Systematics. — 2008. — Vol. 39. — P. 321—342.
57. Liashenko A., Zorina-Sakharova K. Comparative description of the Lower Danube macrozoobenthos // Book of abstracts 39th IAD conf., Szentandre, august 21—24, 2012. — Göd; Vacrato, 2012. — P. 203—210.
58. Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0. — 2002. — 202 p.
59. McLusky D. S. The estuarine ecosystem. — Glasgow; London: Blackie, 1981. — 150 p.