

ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

УДК 574.589:597.42

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-57-66

**КОНСОРЦИИ «ПЕРЕКАТИ-ПОЛЕ» АМУРСКОГО ЛИМАНА**

© 2022 г. Н.В. Колпаков<sup>1</sup>, В.Н. Кошелев<sup>2</sup>

1 – Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), г. Южно-Сахалинск, 693023

2 – Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО), г. Хабаровск, 680038  
E-mail: kolpakov\_nv@mail.ru

Поступила в редакцию 8.08.2022 г.

Впервые исследованы консорции «перекати-поле» Амурского лимана. Детерминантами консорций выступают фрагменты талломов бурых водорослей-макрофитов и колоний гидроидных полипов, скатанные под воздействием течений в шар, а консортами, его населяющими, являются амфиподы. Установлено, что причиной возникновения консортивных связей являются особенности гидрологических условий и характера донных ландшафтов лимана, при которых амфиподы вынуждены искать укрытие. В пище калуги *Huso dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii* в Амурском лимане амфиподы встречены вместе с растительными остатками, что свидетельствует о питании осетровых консорциями. Калуга, по сравнению с амурским осетром, потребляет такой корм значительно чаще и в большем количестве. Ассоциированные с агрегациями погибших водорослей и полипов животные играют существенную роль в формировании кормовой базы амурских осетровых в Амурском лимане.

*Ключевые слова:* Амурский лиман, консорции, амфиподы, питание, калуга, амурский осётр.

ВВЕДЕНИЕ

Летом 2021 г. сотрудниками ФГБНУ «ВНИРО» в Амурском лимане выполнена ихтиологическая съёмка для изучения распределения и оценки численности амурских осетровых (сем. *Acipenseridae*) – калуги *Huso dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii*. В прилове плавных сетей присутствовали некие «колобки» – круглые образования, на первый взгляд, состоящие из растительных остатков. При ближайшем рассмотрении оказалось, что это – консорции, в которых детерминантами выступают фрагменты талломов бурых водорослей-макрофитов и колоний гидроидных полипов, скатанные под воздействием течений в шар (рис. 1). При разламывании «колобков»

обнаружены населяющие их консорты – гаммариды (рис. 2).

Понятие «консорция» введено в биоценологию в середине прошлого столетия для обозначения элементарных биоценозов, в которых один вид является источником ресурса, а другой – потребителем (Беклемишев, 1951; Раменский, 1952). Согласно сложившемуся в настоящее время в отечественной науке представлению (Негробов, Хмелёв, 2000), консорция является элементарной структурно-функциональной единицей биогеоценологических систем, частью единого биоценотического комплекса. Консорция – система разнородных организмов (растений, животных, грибов, бактерий), связанных между собой особыми, специфическими отношениями –



Рис. 1. Консорция «перекати-поле» Амурско-го лимана (станция № 27).



Рис. 2. Гаммариды-консорты.

консортивными связями. Консортивная связь – это взаимодействие двух организмов непосредственного и устойчивого характера, при котором один (детерминант) выступает как источник ресурса, а другой (консорт) – как потребитель. В консорции детерминант является центральным компонентом, т.е. эдификатором данной системы. Консорты представлены организмами, для которых детерминант служит источником разнообразных ресурсов, главным образом топических и трофических. Детерминантом консорции может быть, как растение (фитоконсорция), так и животный организм-гетеротроф (Беклемишев, 1951; Василевич, 1983). Некоторые авторы полагают, что ядром консорции могут быть не только живые (авто- и гетеротрофные) организмы, но и мертвые (Рафес, 1966; Селиванов, 1981).

В морском побережье, эстуариях, небольших озёрах ключевая роль в структурировании пространства водной толщи принадлежит растительности. Заросли водорослей, морских трав и высших полупогруженных растений в этих экосистемах выполняют ряд важнейших функций (в первую очередь, как автотрофы): производство кислорода и органических веществ, форми-

рование подводных ландшафтов и, как следствие, нагульных и защитных для многих видов животных биотопов, защита от эрозии, изменение и снижение скорости движения вод и т.д. (Estes et al., 2004; Матафонов и др., 2005; Norderhaug et al., 2005; Strayer, Malcom, 2007; Peralta et al., 2008). Поэтому от структуры растительности таких водоёмов зависят состав сообществ гидробионтов и обилие животных (Sogard et al., 1987; Salita et al., 2003; Wennhage, Pihl, 2007).

В морских и солоноватых водах северо-западной части Японского моря уже описаны сообщества животных, ассоциированных с зарослями прикрепленных растений (фитоконсорции): в целом донной растительности (Гусарова и др., 2012), а также отдельно морской зостеры *Zostera marina* (Кафанов, Лысенко, 1988); японской сахарины *Saccharina japonica* (Ивин, 1998); ульвы *Ulva prolifera*, кладофоры *Cladophora glomerata*, ризоклониума *Rhizoclonium implexum*, японской зостеры *Zostera japonica*, рдеста *Potamogeton* sp., роголистника *Ceratophyllum* sp. и руппии *Ruppia maritima* (Колпаков и др., 2012; Ольховик, 2014; Колпаков, 2018).

Также в ряде работ описаны консорции, в которых детерминантами высту-

пают неприкрепленные маты водорослей: анфельтии тобучинской *Ahnfeltia tobuchiensis* (Иванова и др., 1994) и кладофоры (Невская губа..., 1987; Berezina et al., 2007; Экосистема эстуария реки Невы..., 2008; Berezina, 2008; Berezina, Golubkov, 2008; Березина и др., 2009; Колпаков, 2018). Известны и консорции, в которых детерминантами являются колонии гидроидных полипов (Турпаева, 1972) и губки (Kamaltynov et al., 1993).

Вместе с тем, в отечественной литературе нам не удалось обнаружить работ, посвящённых изучению сообществ животных, ассоциированных с агрегациями водорослей (или гидроидных полипов), перемещаемых течениями. В работах зарубежных авторов, несмотря на существование специального термина – морское «перекати-поле» (marine «tumbleweed»)\*, упоминания о таких элементах экосистем очень редки (Holmquist, 1994; Nyberg et al., 2009). Поэтому в настоящей работе приведена краткая характеристика впервые выявленного нового элемента экосистемы Амурского лимана – консорций «перекати-поле», а также обсуждается их роль в питании амурских осетровых.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В Амурском лимане в июне 2021 г. выполнена ихтиологическая съёмка по сетке станций для оценки численности и особенностей распределения калуги *Huso dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii* (рис. 3). В качестве орудий лова использовали порядки из 5-ти связанных плавных донных капроновых сетей с ячейёй 40, 80, 120, 180 и 220 м длиной по 47,5 м каждая. Общая

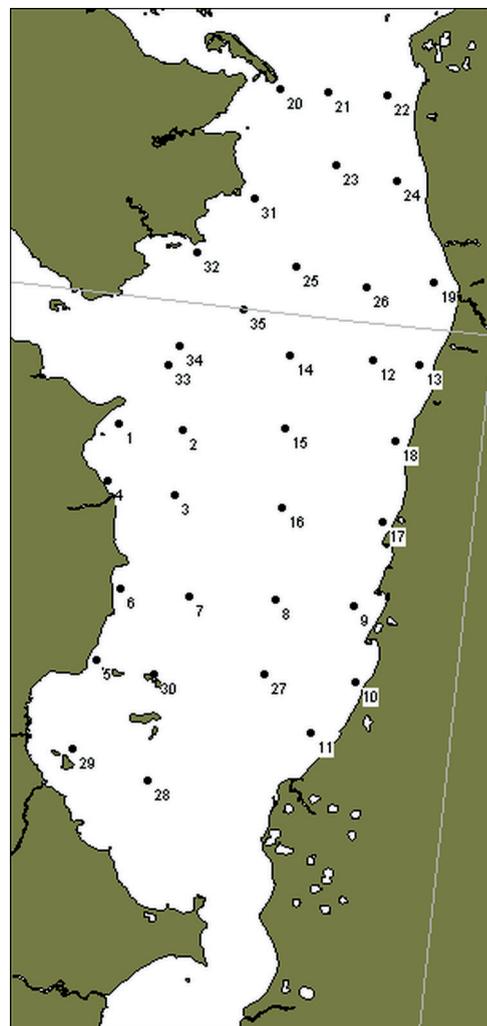


Рис. 3. Схема станций ихтиологической съёмки в Амурском лимане (июнь 2021 г.).

длина порядка – 237,5 м, высота – до 5 м. Всего выполнено 35 сплавов протяжённостью 15 км. Обследованная площадь лимана составила 5155 км<sup>2</sup>.

В ходе съёмки учитывали поимки консорций. Определяли их размеры, а также размеры населяющих их амфипод. Позже в лабораторных условиях определили состав детерминантов консорций, а также гаммарид-консортов.

\* Действительно, при взгляде на водорослевый клубок, перемещаемый течением по голому песчаному дну, первая аналогия, которая приходит в голову – это шар перекаати-поле, несущийся по степи под воздействием ветра.

Для выявления роли консорций в пище амурских осетровых, использовали, как опубликованные (Колобов и др., 2009, 2013; Кошелев, Колобов, 2013; Колобов, Кошелев, 2014), так и архивные данные ХабаровскНИРО по питанию калуги и амурского осетра в Амурском лимане.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Краткая характеристика Амурского лимана.** Амурский лиман – основная часть комплексной устьевой области р. Амур, в которую входят также нижний участок реки (с Богородское – устье), северная часть Татарского пролива Японского моря и южная часть Сахалинского залива Охотского моря (Козловский, 1978). Амурский лиман можно рассматривать как эстуарий р. Амур, в пределах которого происходит смешение речных и морских вод, он также – мелководный пролив, соединяющий Японское и Охотское моря (рис. 4). В этом уни-

кальные особенности устьевой области р. Амур, имеющей два устьевых взморья (Михайлов, 1997).

Площадь Амурского лимана составляет 6644 км<sup>2</sup>, в меридиональном направлении он вытянут на 120 км (рис. 4). На юге, у мыса Лазарева, его ширина 7,4 км, в центре, в самой широкой части 48 км и на севере на выходе в Сахалинский залив – 23 км (Козловский, 1978). Большая часть лимана, из-за активной аккумуляции твёрдых выносов Амура, достаточно мелководна. Около 80% площади лимана занимают участки с глубинами менее 5 м и осушки (Стробыкина и др., 2016). Грунты в присахалинской части лимана представлены в основном среднезернистым песком, в приматериковой части преобладают мелкопесчаные и алевритовые фракции (Соловьёв, 1995). Заросли прикрепленной донной растительности в лимане отсутствуют, поэтому ландшафт его дна – монотонные отложения песков и илов.

Водный режим Амурского лимана формируется под влиянием стока р. Амур, приливов, штормовых сгон-нагонов, водообмена с Японским и Охотским морями и муссонной атмосферной циркуляции (Гидрометеорология..., 1998; Любичкий, 1990; Любичкий, Швецов, 1994; Савельев, 2000). На акватории лимана наблюдаются все типы приливов – от полусуточных до суточных с преобладанием неправильных полусуточных приливов (Гидрометеорология..., 1998; Лоция, 2003). Высота прилива в лимане Амура варьирует в пределах 0,5–1,8 м. Величина неперiodических штормовых нагонов иногда достигает 1,1–1,8 м (Соловьёв, 1995).

В Амурском лимане имеются постоянные стоковые течения, обусловленные стоком вод р. Амур по основным фарватерам. Существенную роль в циркуляции вод Амурского лимана играют

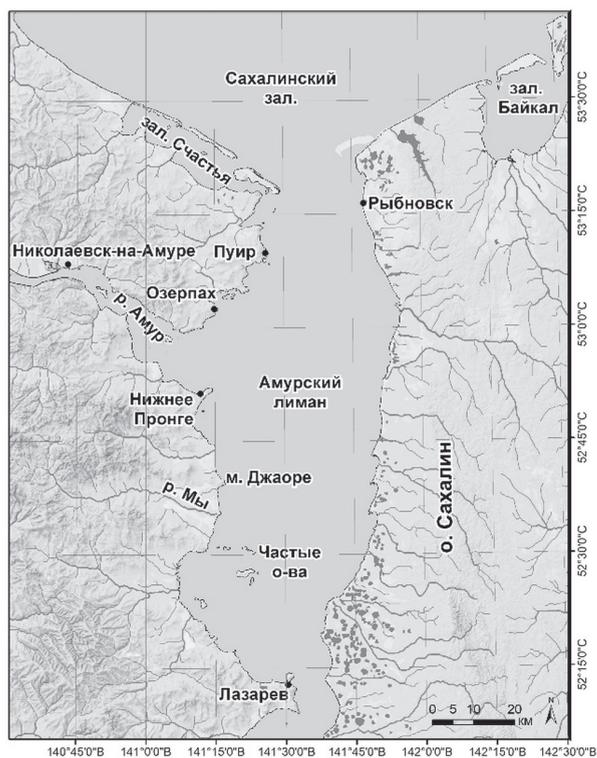


Рис. 4. Карта-схема Амурского лимана.

приливные течения. На выходе из Амурского лимана в Охотское море преобладают течения, скорости которых вблизи северо-восточного побережья о. Сахалин достигают 2,34 м/с. В центральной части лимана наибольшие скорости приливных течений составляют 1,95, в проливе Невельского – 1,56 м/с (Гидрометеорология..., 1998).

В связи с муссонным характером атмосферной циркуляции над Охотским и Японским морями летом над Амурским лиманом преобладают ветра южных направлений. В период с июня по август разность уровней между Японским и Охотским морями положительна (наклон на север), что связано с периодом продолжительных и сильных южных ветров над Амурским лиманом. Поэтому летом течение в лимане направлено с юга на север и вместе со стоком р. Амур уходит преимущественно в Охотское море (93,5% годового стока) (Новомодный, 2003; Жабин и др., 2005, 2007, 2010). При этом через пролив Невельского наблюдается поступление вод Японского моря в Амурской лиман, максимальный приток вод (156 км<sup>3</sup>) приходится на июнь-июль (Danchenkov, Rykov, 2005).

Соответственно указанной схеме течений, распределяется в Амурском лимане и солёность воды: зона с минимальными значениями солёности (<15 ‰), связанная с устьем реки, занимает северо-западную часть лимана и прилегающую часть Сахалинского залива, относительно высокие значения солёности (>15 ‰), связанные с поступлением морских вод из Японского моря, наблюдаются в южной части Амурского лимана и в прол. Невельского (Соловьёв, 1995; Стробыкина и др., 2016) (рис. 5).

**Консорции.** Во время проведения работ консорции отмечены в нижней части сетей с ячейёй 40, 80 и 120 мм. Фор-

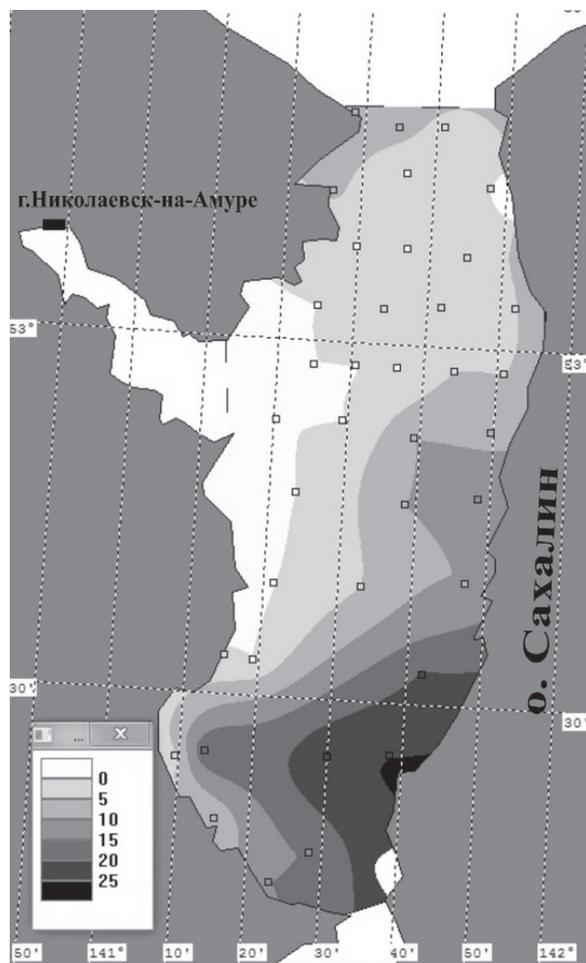


Рис. 5. Распределение поверхностной солёности воды в Амурском лимане в июне 2011 г. (собственные данные).

мы консорций различные – круглые, овальные, размеры от 50 до 150 мм. Детерминаты консорции скатаны в плотные клубки и достаточно трудно разбираются руками. Частота встречаемости консорций в уловах сетей составила 23% (на 8 станциях из 35). Численность гаммарид в каждом шаре варьировала от 10 до 150 экз. Размеры гаммарусов – от 6 до 24 мм. Все консорции отмечены в южной части Амурского лимана. Анализ показал, что обнаруженные в уловах сетей консорции состоят из фрагментов талломов бурой водоросли толстоногой цистозире *Cystoseira crassipes* Turn. C. Ag. (= *Stephanocystis crassipes* (Mertens

ex Turner) и колоний гидроидного полипа *Sertularia* sp. Цистозира широко распространена в Японском и Охотском морях (Суховеева, Подкорытова, 2006). Ряд гидроидных полипов рода *Sertularia* обитает как в Татарском проливе Японского моря, так и в Охотском море (Анцулевич, 2015). Учитывая схему течений, можно полагать, что обрывки цистозеры и колоний гидроидов поступили с течением в Амурский лиман из северной части Татарского пролива через прол. Невельского, где и стали основой для образования консорциев.

Население этих клубков составили амфиподы *Eogammarus* sp. Представители этого рода широко распространены в Японском и Охотском морях, включая и такой эвригалинный вид, как *E. barbatus*, обитающий в прибрежье морей, лагунах, лиманах, приустьевых участках рек (Лабай, 1996). По типу питания – это эврифаги.

С чем связано заселение гаммаридами клубков из водорослей и колоний гидроидов, каков характер связей между детерминантами и консортами в данной консорции? Известно, что на мягких гольях грунтах агрегации неприкрепленных водорослей функционируют как модификаторы среды обитания, усложняя и структурируя её, формируя ландшафт и изменяя протекание физических, химических и биологических процессов (Pihl et al., 1996; Wallentinus, Nyberg, 2007; Nyberg et al., 2009). При этом плотность населяющих их беспозвоночных может превышать плотность беспозвоночных, зарегистрированную в сообществах прикреплённых водорослей, не говоря уже о голом дне (Holmquist, 1994; Norkko et al., 2000). Неприкрепленные, перемещаемые течениями скопления водорослей служат убежищем для большого числа видов животных, укрытием от хищников, а также обеспечивают их расселение. Исследования в зал. Фло-

рида (США) с помощью мечения показали, что комки водорослей *Laurencia* spp. могут перемещаться со скоростью до 0,5 км/день, при этом они являются эффективными переносчиками донной фауны, в том числе подвижных креветок и рыб (Holmquist, 1994).

Исходя из литературных данных (Соловьёв, 1995) и результатов наблюдений за динамикой глубин (по эхолоту) во время проведения полевых работ, большая часть Амурского лимана достаточно однородна по своей морфологии. Площадь русел фарватеров и бровок рядом с ними в лимане небольшая ( $\approx 15\%$ ). Участки со стабильными диапазонами глубин порой могут тянуться на 5–10 км. Иногда эти участки дна лимана напоминают стол, без какого-либо намёка на возвышенность или углубление. При этом грунты данных участков представлены среднезернистыми песками. В условиях монотонного донного ландшафта представители донной фауны, в первую очередь, амфиподы не могут найти убежищ (укрытий от хищников) на дне, что становится особенно важным в условиях высокой скорости и постоянства приливно-отливных и сгонно-нагонных течений. Таким образом, в Амурском лимане гаммариды вынужденно используют комки водорослей и колоний гидроидных полипов в рамках топической и форической симфизиологических связей (т.е. как укрытие и биотоп, а также для перемещения), трофическая связь имеет подчиненное значение, так как талломы водорослей и колонии гидроидов в составе консорциев находятся в обкатанном состоянии, лишённые всех мягких частей. Сходное поведение отмечено для амфипод в оз. Байкал, где детерминантом консорции выступала губка *Lubomirskia baicalensis* (Kamaltynov et al., 1993). Численность амфипод на отдельных губках достигала 2,0 тыс. экз., биомасса – 22 г.

**Питание амурских осетровых в Амурском лимане.** В пище калуги и амурского осетра в Амурском лимане встречаются амфиподы и другие ракообразные (Колобов и др., 2013; Колобов, Кошелев, 2014). В питании калуги размером 98–145 см в июне 2011 г. ракообразные суммарно составляли 45,2%, амфиподы – 18,7% по массе, у амурского осетра длиной 70–93 см – 2,6 и 1,9%, соответственно. У осетра амфиподы были встречены в питании у 9 из 45 особей (20%); у калуги у 7 из 21 особи (33,3%) в пище присутствовали амфиподы. При этом в желудочно-кишечных трактах (ЖКТ) осетра (у 14 особей (31,1%)) и калуги (у 11 рыб (52,3%)) обнаружены неидентифицируемые растительные остатки, внешне напоминающие «мочало». Находки во время съёмки 2021 г. позволили отождествить их с остатками детерминантов консорций. Безусловно, что консорции с амфиподами в Амурском лимане привлекают оба вида осетровых. Однако так как размеры этих объектов велики для ротового аппарата амурского осетра, встречаемость их остатков и доля амфипод в пище у калуги, имеющей более широкий рот, значительно выше. Осетровые, по-видимому, прекрасно «знают» о содержимом чёрных шаров, перекатывающих по дну. Для них эти клубки являются естественными концентраторами пищи и делают сбор корма весьма эффективным. В условиях однородности донных ландшафтов на большей части акватории лимана, при которых отсутствуют условия для концентрации кормовых объектов, консорции формируют заметную часть кормовой базы амурских осетровых. В их ЖКТ животное содержимое консорции переваривается, а непереваренные жёсткие остатки водорослей и колоний гидроидов эвакуируются из кишечника.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые в Амурском лимане описаны консорции – сообщества животных, ассоциированных с агрегациями погибших водорослей и полипов. Детерминантами консорций выступают фрагменты талломов бурых водорослей-макрофитов и колоний гидроидных полипов, скатанные под воздействием течений в плотные шары, а консортами, их населяющими, являются амфиподы. Основной причиной возникновения консортивных связей являются особенности гидрологических условий и характера донных ландшафтов лимана, при которых амфиподы вынуждены искать укрытие. В пище амурских осетровых в Амурском лимане амфиподы встречены вместе с растительными остатками, что свидетельствует о питании осетровых консорциями. Калуга, по сравнению с амурским осетром, потребляет такой корм значительно чаще и в большем количестве. Ассоциированные с агрегациями погибших водорослей и полипов животные играют существенную роль в формировании кормовой базы амурских осетровых в Амурском лимане.

### *Благодарности*

Авторы глубоко благодарны к.б.н. Вилковой О.Ю. (ФГБНУ «ВНИРО») за предоставленные фотографии, д.б.н. Лабаю В.С. и к.б.н. Галанину Д.А. («СахНИРО») за определение консортов и детерминантов исследованных консорций.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Анциулевич А.Е.* Hydrozoa (гидроиды и гидромедузы) морей России: монография. СПб: Изд-во СПб. ун-та, 2015. 860 с.

*Беклемишев В.Н.* О классификации биоценологических (симфизиологических) связей // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1951. Т. 61. Вып. 5. С. 3–30.

- Березина Н.А., Голубков С.М., Губелит Ю.И.* Структура литоральных зооценозов в зоне нитчатых водорослей эстуария реки Невы // Биол. внутр. вод. 2009. № 4. С. 48–56.
- Василевич В.И.* Очерки теоретической фитоценологии: монография. Л.: Наука, 1983. 248 с.
- Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 9. Охотское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеоиздат, 1998. 343 с.
- Гусарова И.С., Колпаков Н.В., Кулепанов В.Н.* Распределение растительности и рыб на мелководье острова Рейнеке (залив Петра Великого) в летний период // Изв. ТИНРО. 2012. Т. 171. С. 26–39.
- Жабин И.А., Абросимова А.А., Дубина В.А., Некрасов Д.А.* Влияние стока р. Амур на гидрологические условия Амурского лимана и Сахалинского залива Охотского моря в период весенне-летнего паводка // Метеорология и гидрология. 2010. № 4. С. 93–100.
- Жабин И.А., Дубина В.А., Некрасов Д.А., Дударев О.В.* Особенности структуры зоны смешения речных и морских вод вблизи устья реки Амур по данным спутниковых и гидрологических наблюдений // Исслед. Земли из космоса. 2007. № 4. С. 1–10.
- Жабин И.А., Пропп Л.Н., Волкова Т.И., Тищенко П.Я.* Изменчивость гидрохимических и гидрологических параметров вблизи устья реки Амур // Океанология. 2005. Т. 45. № 5. С. 703–709.
- Иванова М.Б., Новожилова А.В., Цурпало А.П.* Условия существования и некоторые особенности флоро-фаунистического состава эксплуатируемых природных полей анфельции тобучинской в проливе Старка (залив Петра Великого, Японское море) и заливе Измены (остров Кунашир, Курильские острова) // Изв. ТИНРО. 1994. Т. 113. С. 83–99.
- Ивин В.В.* Обрастание установок марикультуры и эпифитон ламинарии японской в условиях культивирования: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ ДВО РАН, 1998. 24 с.
- Кафанов А.И., Лысенко В.Н.* О трофических ресурсах сообщества zostеры залива Петра Великого Японского моря // Биол. моря. 1988. № 6. С. 24–30.
- Козловский В.Б.* Некоторые особенности динамики вод устьевого области Амура // Труды ГОИН. 1978. Вып. 142. С. 93–99.
- Колобов В.Ю., Кошелев В.Н.* О питании амурского осетра *Acipenser schrenckii* в эстуарной части реки Амур // Вопр. ихтиологии. 2014. Т. 54. № 4. С. 494–496.
- Колобов В.Ю., Кошелев В.Н., Евтешина Т.В.* Питание амурского осетра *Acipenser schrenckii* Brandt 1869 в нижнем течении Амура и Амурском лимане // Амур. зоол. журн. 2009. Т. 1. № 2. С. 177–182.
- Колобов В.Ю., Кошелев В.Н., Шмигирилов А.П., Шедько М.Б.* Данные о питании амурского осетра *Acipenser schrenckii* и калуги *Acipenser dauricus* в Амурском лимане // Вестн. АГТУ. Сер. Рыбн. хозяйство. 2013. № 2. С. 67–74.
- Колпаков Н.В.* Эстуарные экосистемы северо-западной части Японского моря: структурно-функциональная организация и биоресурсы: монография. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2018. 428 с.
- Колпаков Н.В., Ольховик А.В., Колпаков Е.В., Милованкин П.Г.* Первые данные по составу и структуре фитоконсорциев эстуариев залива Петра Великого // Изв. ТИНРО. 2012. Т. 170. С. 3–16.
- Кошелев В.Н., Колобов В.Ю.* Питание молоди калуги и амурского осетра в устье Амура // Вестн. АГТУ. Сер. Рыбн. хозяйство. 2013. № 1. С. 20–28.
- Лоция Татарского пролива, Амурского лимана и пролива Лаперуза. СПб.: ГУНиО МО, 2003. 436 с.
- Лабай В.С.* К фауне высших раков пресных поверхностных вод северо-западного Сахалина // Труды СахНИРО. 1996. Т. 1. С. 65–76.
- Любицкий Ю.В.* Численное гидродинамическое моделирование штормовых нагонов в Сахалинском заливе и Амурском лимане // Природные катастрофы и стихийные бед-

ствия в Дальневосточном регионе. Владивосток: ДВО РАН, 1990. С. 227–240.

Любицкий Ю.В., Швецов А.Е. Штормовые нагоны на устьевом взморье Амура // Водные ресурсы. 1994. Т. 21. № 6. С. 609–614.

Матафонов Д.В., Куклин А.П., Матафонов П.В. Консорции в водных экосистемах Забайкалья // Изв. РАН. Сер. Биол. 2005. № 4. С. 1–7.

Михайлов В.Н. Гидрологические процессы в устьях рек: монография. М.: ГЕОС, 1997. 176 с.

Невская губа: гидробиологические исследования / под ред. Г.Г. Винберга, Б.Л. Гутельмахера. Л.: Наука, 1987. 216 с.

Негробов В.В., Хмельёв К.Ф. Современные концепции консорциологии // Вестн. ВГУ. Сер. Химия, биология. 2000. С. 118–121.

Новомодный Г.В. О направлениях миграций лососей рода *Oncorhynchus* в Амурском лимане // Чтения памяти В.Я. Леванидова. 2003. Вып. 2. С. 484–499.

Ольховик А.В. Состав и структура сообществ беспозвоночных животных, ассоциированных с зарослями донных макрофитов в эстуариях Приморья // Научный фонд «Биолог». 2014. № 3. С. 102–106.

Раменский Л.Г. О некоторых принципиальных положениях современной геоботаники // Ботанический журн. 1952. Т. 37, № 2. С. 181–201.

Рафес П.М. О роли и значении растительноядных насекомых в лесном биогеоценозе // Влияние животных на продуктивность лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1966. С. 5–75.

Савельев А.В. Сгонно-нагонные колебания уровня в Сахалинском заливе // Тематический вып. ДВНИГМИ. № 3. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 121–132.

Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза: монография. М.: Наука, 1981. 230 с.

Соловьёв И.А. Амуролиманский русловой процесс и водные пути. Владивосток: Дальнаука, 1995. 272 с.

Стробыкина А.А., Жабин И.А., Ким В.И. и др. Особенности гидрологических процессов в Амурском лимане // Водные ресурсы. 2016. Т. 43. № 4. С. 347–358.

Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы Дальневосточных морей: биология, распространение, запасы, технологии переработки: монография. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. 243 с.

Турнаева Е.П. Система симфизиологических связей в биоценозе морского обрастания // Труды ВНИРО. 1972. Т. 77. С. 168–185.

Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы / под ред. А.Ф. Алимова, С.М. Голубкова. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 477 с.

Berezina N.A. Spatial distribution of macrofauna in a littoral zone with drifting macroalgae in the Neva estuary // Eston. J. Ecol. 2008. V. 57. № 3. P. 198–213.

Berezina N.A., Golubkov S.M. Effect of drifting macroalgae *Cladophora glomerata* on benthic community dynamics in the easternmost Baltic Sea // J. Mar. Syst. 2008. V. 74. P. 80–85.

Berezina N.A., Tsiplenkina I.G., Pankova E.S., Gubelit J.I. Dynamics of invertebrate communities on the stony littoral of the Neva Estuary (Baltic Sea) under macroalgal blooms and bioinvasions // Transit. Waters Bull. 2007. V. 1. P. 65–76.

Estes J.A., Danner E.M., Doak D.F. et al. Complex trophic interactions in kelp forest ecosystems // Bull. Mar. Sci. 2004. V. 74. № 3. P. 621–638.

Danchenkov M.A., Rykov N.A. Water transport through the Nevelskogo Strait // Rep. Symp. Amur-Okhotsk project. Kyoto, Japan, 2005. 17 p.

Kamaltynov R.M., Chernykh V.I., Slugina Z.V., Karabanov E.B. The consortium of the sponge *Lubomirskia baicalensis* in Lake Baikal, East Siberia // Hydrobiologia. 1993. V. 271. P. 179–189.

Holmquist J.G. Benthic macroalgae as a dispersal mechanism for fauna: influence of a

marine tumbleweed // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1994. V. 1. P. 235–251.

Norderhaug K.M., Christie H., Fossa J.H., Fredriksen S. Fish-macrofauna interactions in a kelp (*Laminaria hyperborea*) forest // J. Mar. Biol. Assoc. UK. 2005. V. 85. P. 1279–1286.

Norkko J., Bonsdorff E., Norkko A. Drifting algal mats as an alternative habitat for benthic invertebrates: species specific responses to a transient resource // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2000. V. 248. № 1. P. 79–104.

Nyberg C.D., Thomsen M.S., Wallentinus I. Flora and fauna associated with the introduced red alga *Gracilaria vermiculophylla* // European J. Phycol. 2009. V. 44. № 3. P. 395–403.

Peralta G., van Duren L.A., Morris E.P., Bouma T.J. Consequences of shoot density and stiffness for ecosystem engineering by benthic macrophytes in flow dominated areas: a hydrodynamic flume study // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2008. V. 368. P. 103–115.

Pihl L., Magnusson G., Isaksson I., Wallentinus I. Distribution and growth dynamics

of ephemeral macroalgae in shallow bays on the Swedish west coast // J. Sea Res. 1996. V. 35. P. 169–180.

Salita J.T., Ekau W., Saint-Paul U. Field evidence on the influence of seagrass landscapes on fish abundance in Bolinao, northern Philippines // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2003. V. 247. P. 183–195.

Sogard S.M., Powell G.V.N., Holmquist J.G. Epibenthic fish communities on Florida Bay banks: relations with physical parameters and seagrass cover // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1987. V. 40. P. 25–39.

Strayer D.L., Malcom H.M. Submerged vegetation as habitat for invertebrates in the Hudson River estuary // Estuaries and Coasts. 2007. V. 30. № 2. P. 253–264.

Wallentinus I., Nyberg C.D. Introduced marine organisms as habitat modifiers // Mar. Poll. Bull. 2007. V. 55. P. 323–332.

Wennhage H., Pihl L. From flatfish to sticklebacks: assemblage structure of epibenthic fauna in relation to macroalgal blooms // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2007. V. 335. P. 187–198.

#### AQUATIC ECOSYSTEMS

### CONSORTIUMS «TUMBLEWEEDS» OF THE AMURSKII LIMAN

N.V. Kolpakov<sup>1</sup>, V.N. Koshelev<sup>2</sup>

1 – Sakhalin branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Yuzhno-Sakhalinsk, 693023

2 – Khabarovsk branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Khabarovsk, 680038

For the first time, the «tumbleweeds» – consortia of the Amur estuary were studied. The determinants of consortia are fragments of brown algae-macrophytes thalli and colonies of hydroid polyps, rolled up into a ball by currents, and the consorts are amphipods inhabiting it. It was shown that the reason for the emergence of consortative relationships is the hydrological conditions of the estuary and features of its bottom landscape, under which amphipods are forced to seek shelter. In the diet of the kaluga *Huso dauricus* and Amur sturgeon *Acipenser schrenckii* in the Amur Estuary, amphipods were found together with plant remains, which indicates the feeding of sturgeons by consortia. Kaluga, in comparison with the Amur sturgeon, consumes such type food much more often and in greater quantities. Animals associated with the aggregation of dead algae and polyps play a significant role in the formation of the food base for sturgeons in the Amur Estuary.

**Keywords:** Amur Estuary, consortia, amphipods, food, kaluga, Amur sturgeon.