

Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря.
Материалы IX международной конференции
11-14 октября 2004 г., Петрозаводск, Карелия, Россия
Петрозаводск, 2005. С. 258-262.

СТРУКТУРА ТРОФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ РЫБ В ЭСТУАРНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

С.А. ПОНОМАРЕВ, Г.Г. НОВИКОВ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

На основе исследований в эстуарии р. Черной и г. Ермолинской (Кандалакшский залив, Белое море) произведена попытка оценки трофических отношений в прибрежной зоне. Предполагается, что некоторые эвригалинные рыбы (*G. aculeatus*, *P. pungitius*) могут осваивать кормовые ресурсы недоступные другим видам в наиболее опресненных эстуарных участках. После чего, уходя в пелагиаль и открытые участки Белого моря они обеспечивают перенос органического вещества продуцируемого в прибрежной зоне в открытые районы моря и вовлечение его в общие циклы круговорота веществ. Оседлые рыбы остающиеся в прибрежной зоне участвуют в формировании локальных круговоротов в пределах заливов.

S.A. Ponomarev & G.G. Novikov. The structure of trophic relations in the ecosystem of an estuary // The study, sustainable use and conservation of natural resources of the White Sea. Proceedings of the IXth International Conference, October, 11-14, 2004. Petrozavodsk, Karelia, Russia. Petrozavodsk, 2005. P. 258-262.

The estimation of trophic relations in coastal system was conducted for the Chernaya River Estuary and the Ermolinskaya Gulf (the Kandalaksha Bay of the White Sea). It is suggested that some euryhaline fishes (*G. aculeatus*, *P. pungitius*) consume trophic sources in the most oligohaline estuarine zones that inaccessible for other species. Then these species move to the White Sea pelagic zone and, therefore, they responsible for the transfer of organic matter from the coastal zone to the open sea. They provide the involving of organic matter that produced in coastal zone to the global cycles of matter cycling. Settled fishes that remain in the coastal zone participate in formation of the local gyres within the bays.

Прибрежная зона Белого моря богата органическим веществом и биогенными элементами (Максимова, 1991). Самые крупные вклады органического вещества - это органические вещества речного стока и макрофитного происхождения (Максимова, Дацко, 1961; Возжинская, 1970, 1986; Невеский и др., 1977; Бек, 1990а, 1990б). По мнению ряда авторов (Бигон и др., 1989; Lebedev et al., 1989) прибрежная зона характеризуется высокой продуктивностью и вероятно определяет продуктивность всей акватории Белого моря (Бек, 1990б, Бурковский, 1992; Возжинская и др., 1994). В связи с этим интерес вызывают работы предпринимавшие попытки определения места и роли сообщества рыб в данных процессах переноса и аккумуляции органического вещества. Так исследования, проведенные McLusky Donald (2001) в Северном море показали, что эстуарные экосистемы служат для откорма молоди рыб и являются источником поступающих с суши биогенов, Ваггера-Ого (2002), исследуя прибрежные морские сообщества южной Дуги Скотия и у западных берегов Антарктического п-ова, считает прибрежных рыб основным элементом связи нижних (бентос, зоопланктон) и верхних (рыб, птиц и тюленей) уровней пищевой сети.

Настоящая работа является частью исследований проводимых нами на модельных акваториях, с целью изучения пищевых взаимоотношений рыб (Пономарев, 1999, 2002, 2004; Пономарев, Новиков, 2003а, 2003б; Пономарев и др., 1996, 2001, 2003;

Удалов, Пономарев, 2002; Удалов и др., 2004), и представляет собой попытку обобщения результатов исследования пищевых взаимоотношений рыб в прибрежной зоне Кандалакшского залива Белого моря.

Материал и методика

Для проведения исследований было выбрано два участка в прибрежной зоне Кандалакшского залива. Один из них – место впадения реки Черная - является типичным эстуарием, на относительно небольшой протяженности которого (около 3 км) наблюдается значительное разнообразие условий (смена солености от практически пресной, до близкой к морской). Второй участок – район губы Ермолинской представляет собой микроэстуарий в классификации Пантюлина (2002).

Лов рыбы в эстуарии р. Черной проводился на четырех участках, а в губе Ермолинской на пяти. Расположение и характеристики каждого из них представлены на рис.1 а, б.

Перед вскрытием выловленную рыбу подвергали биологическому анализу. Каждый пищевой объект определяли по возможности до вида, после чего пищевые объекты одной систематической группы подсчитывали и взвешивали. Всего обработано содержимое 2562 пищеварительных трактов. При анализе вариабельности структуры бентосного сообщества использовали данные литоральных и sublиторальных сборов макробентоса, проводимых сотрудниками кафедры

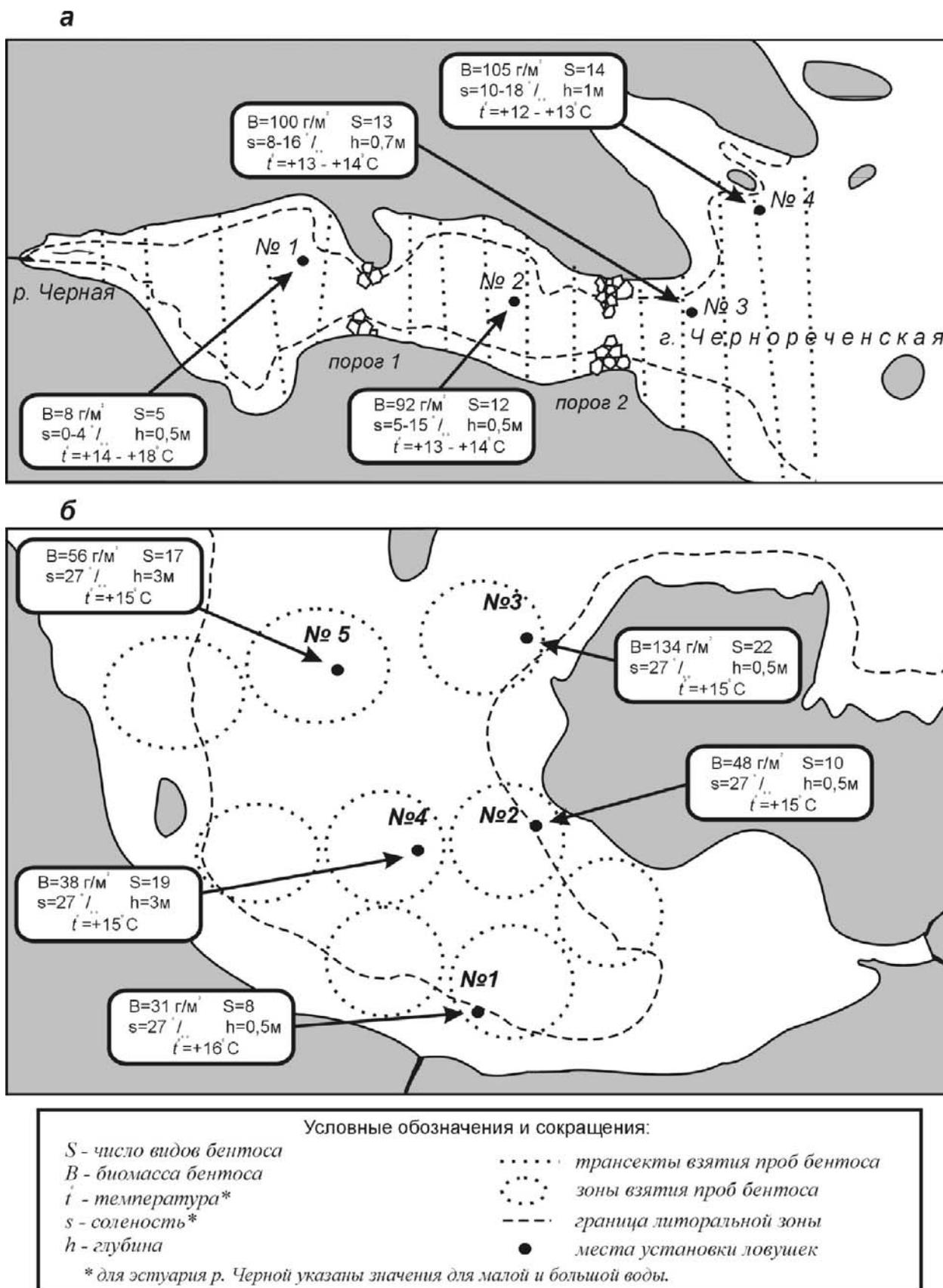


Рис. 1. Карта-схема исследованных участков:
а – эстуарий р. Черная, б – губа Ермолинская

гидробиологии МГУ (Бурковский, 1992; Бурковский, Азовский и др., 1995; Бурковский, Столяров, 1995; Бурковский, Столяров и др., 1997; Столяров, 1994; Столяров, Бурковский, 1996, 1998).

Результаты и обсуждение

В эстуарии р. Черной сообщества рыб представлено *Pungitius pungitius* (Linnaeus) – девятиглазой колюшкой, *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus – трехглазой колюшкой, *Liopsetta glacialis* (Pallas) – полярной камбалой, *Trigloporus quadricornis* (Girard) – ледовитоморской рогаткой, *Eleginus navaga* (Pallas) – навагой. В гб. Ермолинской кроме них добавляются: *Muohoxcephalus scorpius* (Linnaeus) – европейский керчак, *Gadus morhua* Linnaeus – треска, *Zoarces viviparus* (Linnaeus) – европейская бельдюга.

При этом и эстуарий р. Черной, и губа Ермолинская имеют доминирующие виды (девяти- и трехглазая колюшки, полярная камбала), численность которых значительно превышает численность остальных. Особенностью является то, что на одних участках изученных акваторий вид может доминировать, на других – нет, и наоборот – вид не доминирующий на одних станциях может преобладать на других. Есть также и виды, численность которых невелика.

Результаты исследования особенностей питания большинства исследованных нами видов рыб опубликованы ранее (Пономарев, 1999, 2002, 2004; Пономарев и др., 2001, 2003). Используя наши собственные и литературные данные, можно представить следующую обобщенную схему потоков органического вещества (Рис. 2). Благодаря материковому стоку и продукции макрофитов, прибрежные воды обогащаются органическим веществом. Повышение интенсивности материкового стока в весенне-летний период способствует массовому развитию фитопланктона и зоопланктона – основе кормовой базы молоди практически всех видов рыб Белого моря (Герасимова, 1987, 1991).

Наибольшее развития биомассы этих организмов приходится на конец весны – первую половину лета, т.к. тальми водами в море сносится значительное количество органики. В это время наблюдается массовый подход девяти- и трехглазой колюшек в прибрежную зону и заход их в устья рек (в нашем случае эстуарий р. Черной), где происходит их интенсивный откорм и нерест. Являясь видами эвригаллиными, они могут выдерживать значительные колебания солености и подниматься достаточно высоко в устья рек, становясь, таким образом, недоступными для хищников (рогатка, керчак, навага, треска), которые подобные колебания солености выдерживают значительно хуже. В этот период колюшки не только питаются, но и оставляют потомство, которое растет и развивается за счет ресурсов этой части прибрежного сообщества, недоступной для других видов. Впоследствии (к концу лета) взрослая колюшка, а также генерация этого года отходит из зоны максимального опреснения в более

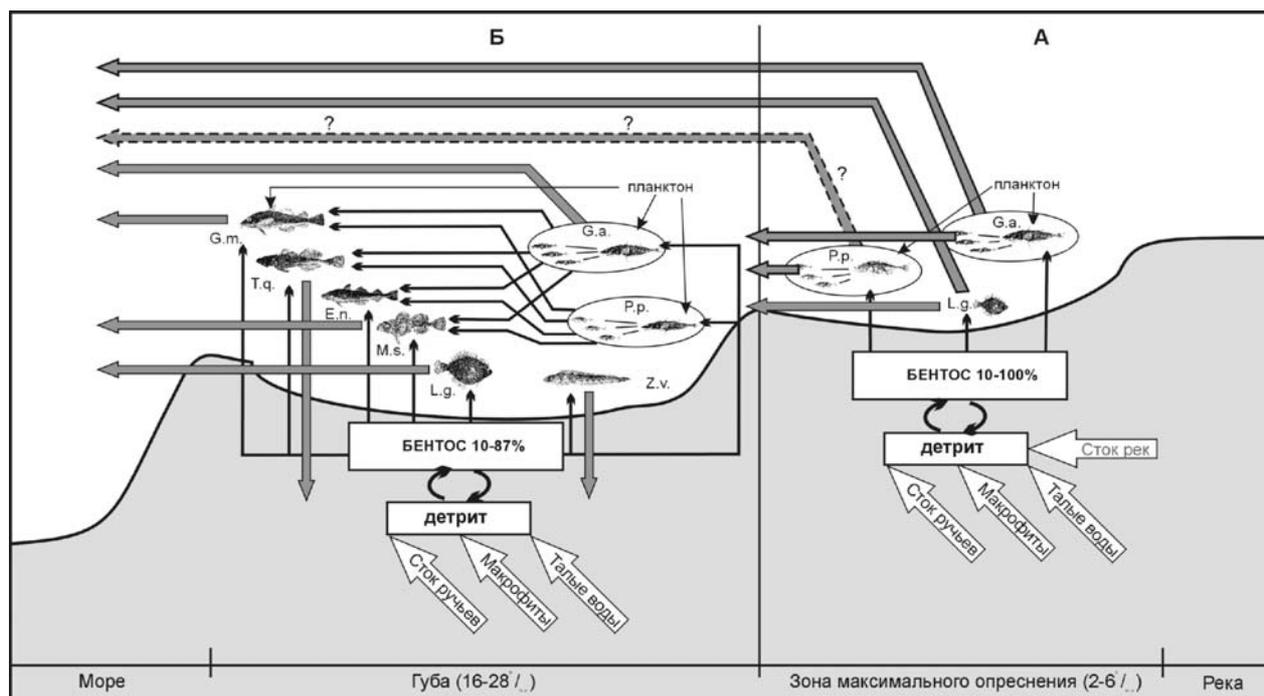
мористые части побережья и на глубину (Мухомедияров, 1966), становясь доступной для других видов рыб. Таким образом, оба вида колюшки являются своего рода «накопителями» и «переносчиками» органического вещества, продуцируемого в наиболее опресняемых частях эстуариев и недоступного для других видов рыб, в открытые районы моря, с последующим включением этого органического вещества в другие трофические циклы (Рис. 2А).

В прибрежной зоне менее подверженной влиянию опреснения (губа Ермолинская, мористые части эстуария р. Черной), существование бентосного сообщества, также во многом определяется органическим веществом попадающим, как со стоком (ручьи, таяние снега), так и с продукцией макрофитного происхождения (Рис. 2Б).

Структура сообщества рыб в этой зоне усложняется: если на опресненных участках рыбы хищники ихтиофаги присутствовали скорее случайно (эстуарий р. Черная ст.1-2), то теперь их становится больше, разнообразие их повышается. Большая часть рыб откочевывает на зиму, на глубину: трехглазые колюшки (Мухомедияров, 1966), полярная камбала (Стасенков, 1991), керчак (Мочек, 1987; Никольский, 1971; Паракецов, 1966), навага, треска (Мочек, 1987); а остаются только рогатка и бельдюга (Андряшев, 1954). Таким образом, в короткий летний период ряд беломорских рыб откармливается в прибрежной зоне, после чего они уходят в пелагиаль и более открытые участки Белого моря. Этим обеспечивается отток органического вещества, продуцируемого в прибрежной зоне, в пелагиаль и вовлечение его в другие циклы круговорота веществ. Виды рыб, остающиеся в прибрежной зоне, оказываются вовлеченными в локальные трофические сети и, соответственно, в локальный круговорот органического вещества.

Заключение

Анализ полученных данных по питанию рыб позволяет представить общую схему трансформации органического вещества в эстуарной зоне. В короткий летний период ряд беломорских рыб нагуливается в прибрежной зоне, после чего они уходят в пелагиаль и открытые участки Белого моря. При этом обеспечивается перенос органического вещества, продуцируемого в прибрежной зоне, в открытые районы моря и вовлечение его в общие циклы круговорота веществ. Оседлые рыбы, остающиеся в прибрежной зоне, участвуют в формировании локальных круговоротов в пределах заливов. Характерной особенностью изученных экосистем является наличие настоящих эвригаллиных рыб, осваивающих кормовые ресурсы, недоступные другим видам. Наши исследования подтверждают высказываемую гипотезу о том, что продуктивность мелководных эстуарных участков является важным фактором, определяющим формирование численности и роста молоди рыб на ранних этапах онтогенеза.



Сокращения: P.p. - *P. pungitius*; G.a. - *G. aculeatus*; L.g. - *L. glacialis*; T.q. - *T. quadricornis*; M.s. - *M. scorpius*; E.n. - *E. navaga*; G.m. - *G. morhua*; Z.v. - *Z. viviparus*.

Рис. 2. Основные пути трансформации органического вещества в прибрежных экосистемах.

Литература

- Андрияшев А.П. 1954. Рыбы северных морей СССР. // М.: Л. 567 с.
- Бек Т.А. 1990а. Прибрежная зона в экосистеме Белого моря // Журн. общ. биологии. Т. 51. №1. С. 116-124.
- Бек Т.А. 1990б. Трофическая структура прибрежного сообщества Белого моря. // Биологические ресурсы Белого моря. М.: Изд-во Моск. ун-та. С. 55-70.
- Бигон М, Харпер Дж., Таунсенд К. 1989. Экология. Особи, популяции и сообщества // М.: Мир. Т. 2. С. 477.
- Бурковский И.В. 1992. Структурно-функциональная организация и устойчивость морских донных сообществ // Из-во МГУ. М. 208 с.
- Бурковский И.В., Азовский А.И., Столяров А.П., Обридко С.В. 1995. Структура макробентоса беломорской литорали при выраженном градиенте факторов среды // Журн. общ. биол. Т.56, Вып. 1. С. 59-70.
- Бурковский И.В., Столяров А.П. 1995. Особенности структуры макробентоса в биотопе с выраженным градиентом солености // Зоол. журн., Т. 74. Вып. 2. С. 32-46.
- Бурковский И.В., Столяров А.П., Колобов М.Ю. 1997. Пространственная гетерогенность структуры макробентоса песчано-илистой литорали Белого моря // Успехи совр. биол. Т. 117, Вып. 4. С. 466-479.
- Возжинская В.Б. 1970. Продуктивность макрофитобентоса Белого моря // Основы биологической продуктивности океана и ее использование: М.
- Возжинская В.Б. 1986. Донные макрофиты Белого моря // М.: Наука. 188 с.
- Возжинская В.Б., Бек Т.А., Щербаков Ф.А., Кузин В.С., Чистикова А.В. 1994. Некоторые результаты исследования изменений состава органического вещества макрофитов литорали Белого моря // Известия АН СССР. Сер. биологическая. №6. С. 929-935.
- Герасимова О.В., Подражанская С.Г. 1987. Условия питания и перспективы исследований пищевых взаимоотношений рыб Белого моря // Пробл. изуч., рационального использования и охраны природн. ресс. Белого моря. Тезисы докл. III регион. конф. Кандалакша. С. 269-274.
- Герасимова О.В., Подражанская С.Г. 1991. Условия питания и особенности трофических связей промысловых рыб Белого моря. // Биологические основы распределения промысловых и кормовых морских животных. Сб. научн. тр. ВНИИРО. С. 116-125.
- Максимова М.П. 1991. Гидрохимия // Океанографические условия и биологическая продуктивность Белого моря, Мурманск: ПИНРО. С. 79-115.
- Максимова М.П., Дацко В.Г. 1961. Ориентировочный баланс органического вещества в водах Белого моря // Труды Карельского филиала АН СССР. Вып.31. С. 126-131.
- Мочек А.Д. 1987. Этологическая организация морских рыб // М.: Наука. 270 с.
- Мухомедьяров Ф.Б. 1966. Трехиглая колюшка (*Gasterosteus aculeatus* L.) Кандалакшского залива Белого моря // Вопр. ихт., Т. 6, Вып.3 (40). С. 454-467.
- Невесский Е.Н., Медведев В.С., Калинин В.В. 1977. Белое море: Седиментогенез и история развития в голоцене // М.: Наука. 236 с.
- Никольский Г.В. 1971. Частная ихтиология. М. 472 с.
- Пантюлин А.Н. 2002. Белое море как эстуарная экологическая система // Труды Белом. биол.ст. МГУ Т. VIII, М.: «Русский ун-т». С. 164-167.

- Паракецов И.А.* 1966. Некоторые данные по экологии рыб литорали Белого моря // Закономерности динамики численности рыб Белого моря и его бассейна.
- Пономарев С.А.* 1999. Особенности питания трехиглой (*Gasterosteus aculeatus*) и девятииглой (*Pungitius pungitius*) колюшек в Ермолинской губе Белого моря // IV научная конференция Беломорской биологической станции МГУ: Материалы. М.: Изд. Беломорской биол. ст. Моск. ун-та. С. 81-82.
- Пономарев С.А.* 2002. Некоторые особенности биологии ледовитоморской рогатки и европейского керчака в различных типах прибрежных биотопов // Тез. докл. Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 140-летию со дня рождения Н.М. Книповича. 23-25 апреля 2002 г. ПИНРО: Мурманск. С. 165-167.
- Пономарев С.А.* 2004. Особенности сообщества рыб эстуария р. Черной и г. Ермолинской // Труды Беломорской биостанции биологического факультета МГУ – в печати.
- Пономарев С.А., Бурковский И.В., Столяров А.П., Новиков Г.Г.* 2003. Особенности питания трех- и девятииглой колюшек с учетом их микробиотопического распределения в эстуарии р. Черной (Кандалакшский залив, Белое море) // Успехи современной биологии. Т.123. №6. С. 609-617.
- Пономарев С.А., Новиков Г.Г.* 2003. Роль молодежи некоторых рыб в трансформации органического вещества в эстуарии на примере р. Черной (Кандалакшский залив, Белое море) // Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 3. Тольятти, Россия, 15-19 сентября 2003 г. РАН. Тольятти. С. 229.
- Пономарев С.А., Новиков Г.Г.* 2003. Место рыб в трофической сети эстуария р. Черной (Кандалакшский залив, Белое море) // Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 3. Тольятти, Россия, 15-19 сентября 2003 г. РАН. Тольятти. С. 228.
- Пономарев С.А., Новиков Г.Г., Бурковский И.В., Столяров А.П.* 2001. Питание полярной камбалы *Lipsetta glacialis* в эстуарии реки Черной (Кандалакшский залив, Белое море) // Вопр. ихтиологии. Т.41. №3. С. 347-352.
- Стасенков В.А.* 1991. Камбалы // Океанографические условия и биологическая продуктивность Белого моря, Мурманск: ПИНРО. С. 142-144.
- Столяров А.П.* 1994. Зональный характер распределения макробентоса эстуария р. Черной (Кандалакшский залив, Белое море) // Зоол. журн., Т. 73, Вып. 4. С. 65-71.
- Столяров А.П., Бурковский И.В.* 1996. Сезонные изменения в структуре макробентоса беломорского эстуария (при выраженном градиенте солености) // Журн. общ. биол. Т.57, №2. С. 95-111.
- Столяров А.П., Бурковский И.В.* 1998. Межгодовые изменения структуры макробентоса в эстуарии р. Черной (Белое море) // Зоол. журн. Т. 77, Вып. 7. С. 755-762.
- Удалов А.А., Бурковский И.В., Мокиевский В.О., Столяров А.П., Мазей Ю.А., Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С., Сабурова М.А., Колобов М.Ю., Пономарев С.А.* 2004. Изменение основных характеристик микро-, мейо- и макробентоса по градиенту солености в эстуарии Белого моря // Океанология. 44(4). С. 549-560.
- Удалов А.А., Пономарев С.А.* 2002. Влияние взаимодействия организмов бентали и пелагиали на размерную структуру бентосного сообщества // Тез. докл. Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 140-летию со дня рождения Н.М. Книповича. 23-25 апреля 2002 г. ПИНРО: Мурманск. С. 201-202.
- Barrera-Oro E.* 2002. Review. The role of fish in the Antarctic marine food web: Difference between inshore and offshore waters in the southern Scotia Arc and west Antarctic peninsula // *Antarct. Sci.* N 4, V.14. P. 293-309.
- Lebedev V., Aizatulin T., Khailov K.* 1989. The living ocean // Moscow.: Progress publishers. Н. 326 p.
- McLusky Donald S.* 2001. North Sea estuaries // Senckenberg Conference "North Sea 2000 / Burning Issues of North Sea Ecology", Wilhelmshaven, 8-12 May, 2000, Senckenberg.marit. V.31, N 2. P.177-186.