

EUTROPHICATION-INDUCED CHANGES IN BENTHOS OF THE KALAMITSKY BAY

Summary

Benthic flora was studied in shallow zone of the Kalamitsky Bay and fauna down to 100 m depth. Comparative analysis of floristic changes which have been developing for the recent 25 years revealed the prevalence of formerly absent green algae. The major share in phytocenoses biomass is contributed by *Cladophora* spp. which concentrate at 2 m depth in the area subject to considerable recreation load. During the 25 years species diversity of benthic communities was increasing, the number of species has risen thrice. Coastal zone of the bay is mesotrophic, the collective portion of oligo- and mesosaprobic species amounts to 81%. The portion of polisaprobic species is 19% that is larger than in coastal waters of the Black Sea under high technogenic and recreation impact. Changes in zoobenthos of the Kalamitsky Bay are mostly similar to those registered over the Black Sea, though several special features were also detected. The transformation of communities manifested itself in the replacement of formerly dominant small polychaetes by large molluscs. This brought about an initial 2-12 times large rise of total zoobenthos biomass not found elsewhere over the sea. However the ongoing eutrophication leads to ascidian dominance and the reduction of total benthic biomass.

УДК 597.553.1 (262.5)

Г. В. ЗУЕВ, А. В. ГАЕВСКАЯ,
Ю. М. КОРНИЙЧУК, А. Р. БОЛТАЧЕВ**О ВНУТРИВИДОВОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЧЕРНОМОРСКОГО ШПРОТА
(*SPRATTUS SPRATTUS PHALERICUS*) У ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА
(ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ)**

Изучена изменчивость структурно-функциональных характеристик черноморского шпрота, обитающего в зимний период года на юго-западном шельфе Крыма. Выявлена дифференциация его на три локальные, пространственно обособленные группировки, приуроченные к центрам мезомасштабных циклонических вихрей. Показано, что маркерами группировок подобного ранга могут служить как различия основных популяционных параметров шпрота, так и его зараженность нематодой *Hysterothylacium aduncum*.

Черноморский шпрот (*Sprattus sprattus phalericus*), наряду с анчоусом, является одним из двух наиболее массовых видов рыб черноморского бассейна, занимая важное место в экосистеме Черного моря. В последние 25 лет наблюдается устойчивое увеличение объемов его вылова, что обусловлено, с одной стороны, совершенствованием пелагического тралового лова, а с другой - резким сокращением численности его врагов - крупных хищников (рыб и дельфинов). Только в одном Севастопольском регионе (юго-запад Крымского шельфа) за последнее десятилетие вылов шпрота увеличился более чем в 400 раз, а его доля в вылове всех рыб превысила 95%.

В этих условиях особенно важно иметь точное и по возможности полное представление о состоянии вида, особенностях его популяционной структуры и тенденциях ее изменений с тем, чтобы своевременно принять соответствующие меры управления. Основная задача настоящей работы состояла в изучении характера и масштабов изменчивости структурно-функциональных показателей группировки шпрота, обитающей на юго-западном шельфе Крыма, с целью изучения ее внутривидовой дифференциации.

Юго-западный шельф Крыма простирается от м. Лукулл на северо-западе до м. Сарыч на юго-востоке (рис. 1).

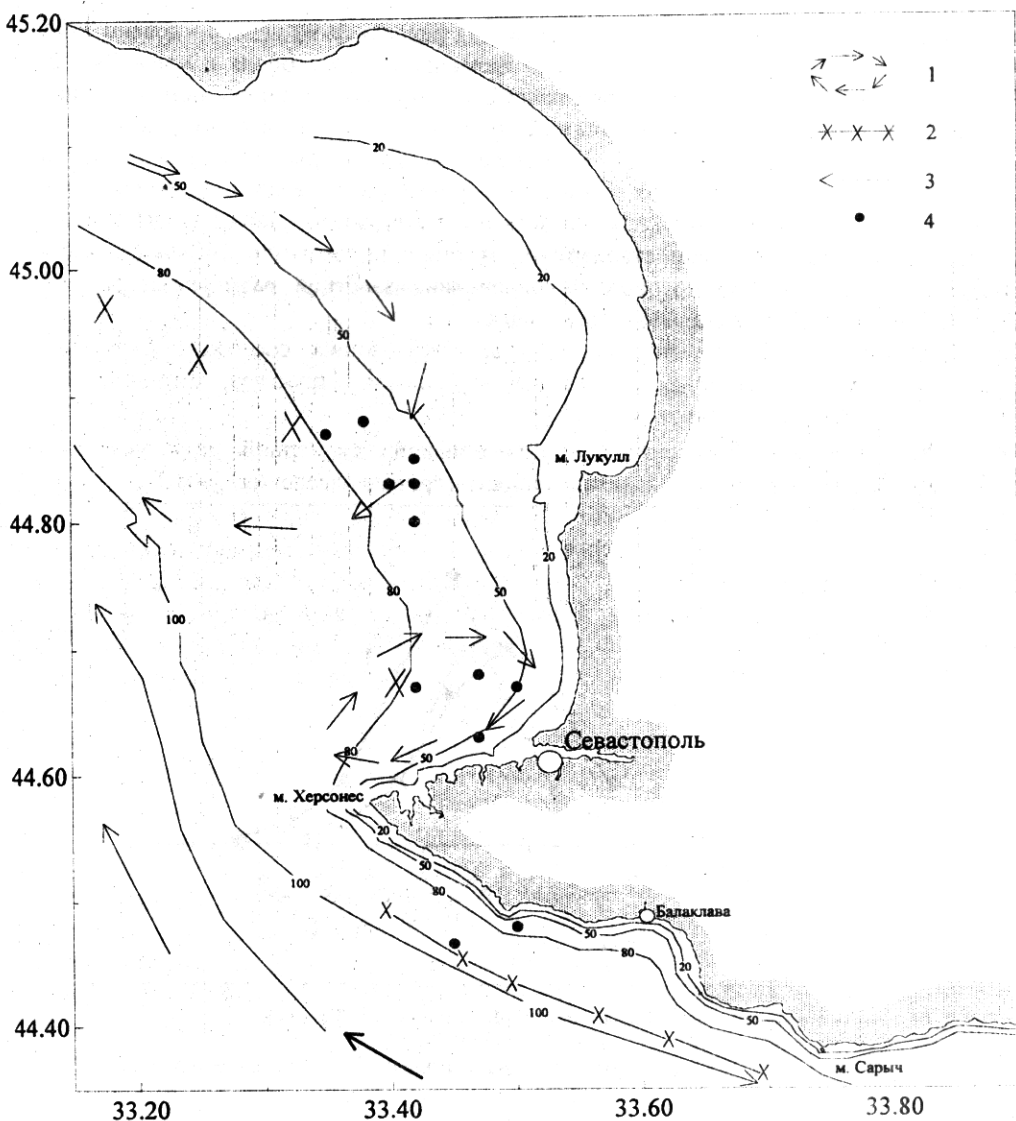


Рис. 1. Карта-схема района работ: 1 - антициклонические вихри; 2 - зона конвергенции; 3 - течения; 4 - точки отбора проб шпрота.

Fig.1. Map-scheme of region studied: 1 - anti-cyclonic turbulences; 2 - convergence zone; 3 - streams; 4 - sampling sites.

Гераклейский полуостров делит этот участок на два совершенно разных по геоморфологическому строению и размерам: западный (от м. Лукулл до м. Херсонес) и южный (от м. Херсонес до м. Сарыч). Западный участок - широкий (наибольшая ширина превышает 20 миль) и ровный, с плавным увеличением глубины, южный почти вдвое меньше западного, узкий (наибольшая ширина 6,5 миль), с резким перепадом глубин (50-метровая изобата проходит не далее 0,5 мили от берега). Различия между этими участками касаются также гидрометеорологических условий, в частности структуры и циркуляции водных масс, и степени антропогенной нагрузки.

Район является полноценной частью видового репродуктивно-нагульного ареала черноморского шпрота, в пределах которого проходят все стадии его жизненного цикла, благодаря чему этот участок шельфа можно рассматривать в качестве модельного для изучения внутривидовой дифференциации данного вида рыб.

Материал и методика. С ноября 1998 по февраль 1999 гг. исследовано 1904 экз. шпрота длиной 4,5 - 11,5 см из районов Балаклавы, Севастополя и мыса Лукулл (рис.1). Лов шпрота проводился пелагическими тралями в придонном слое над глубинами 45 - 80 м. Всего выполнено 12 тралений: в Балаклавском районе - 2, Севастопольском - 4, в районе м. Лукулл - 6. Длину рыб измеряли до конца позвоночного столба (стандартная длина). Биологический анализ выполнялся в соответствии с общепринятыми ихтиологическими методиками. Паразитологическому обследованию с использованием стандартных методик подвергнуто 143 экз. шпрота длиной 8,5-11,0 см, возраст которых на основании известной размерно-возрастной зависимости [10] был принят равным двум годам.

В качестве основных показателей, характеризующих состояние популяции шпрота, рассмотрены размерная, возрастная и половая структура, интенсивность питания и зараженность гельминтами.

Результаты и обсуждение. Для описания размерной структуры вида использованы вариационные кривые численности (кривые населения) (рис.2).

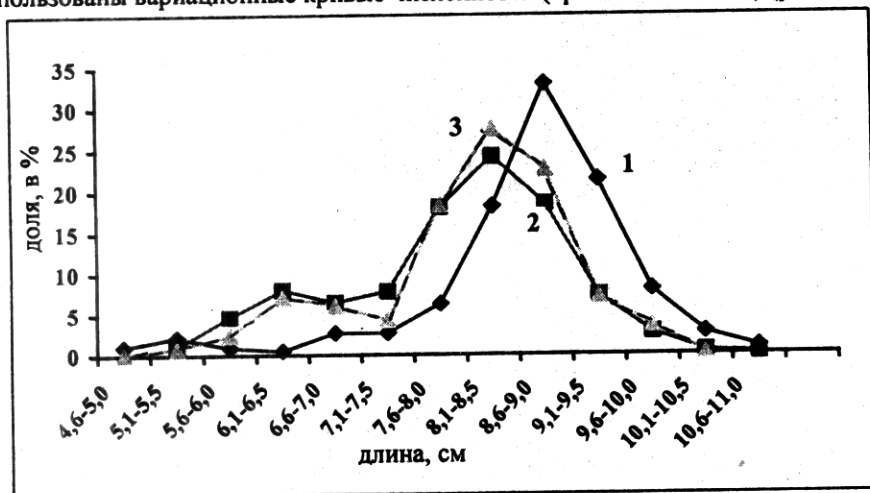


Рис. 2. Размерная структура шпрота в районах: 1 – Балаклавском (225 экз.);

2 – Севастопольском (761 экз.); 3 – м. Лукулл (918 экз.).

Fig. 2. Size structure of the spratt populations in regions: 1- Balaklava; 2 – Sevastopol; 3 – Lukull.

Кривая населения шпрота из района Балаклавы одновершинная, с резко выраженным пиком численности особей длиной 8,5 - 9,0 см, которые составляют треть от общей численности. Всего же доля рыб длиной 8,5 - 9,5 см достигает почти 75%. Предельный размер особей 11,0 см, средний - 8,7 см. Кривая населения шпрота из района Севастополя, в отличие от предыдущей группировки, двухвершинная (бимодальная). Первую модальную размерную группу составляют особи длиной 6,0 - 6,5 см, вторую - 7,5 - 9,0 см; их доли равны 8,4 и 60,8% соответственно. Предельный размер рыб 10,7 см, средний - 7,9 см. Кривая населения шпрота из района м. Лукулл не отличается от предыдущей группировки, сохраняя бимодальность, а также близкие модальные, предельные и средние размеры особей.

В соответствии с закономерностями возрастного увеличения линейных размеров черноморского шпрота [10], различия размерной структуры рыб из сравниваемых районов отражают возрастные различия между ними. Более крупные модальные и предельные размеры балаклавского шпрота обусловлены его более быстрым ростом, а одновершинная форма кривой населения в этом районе - отсутствием в выборке годовиков.

Для характеристики половой структуры шпрота использован показатель соотношения полов в репродуктивной части популяции, или третичное соотношение.

Показатели соотношения численности взрослых самцов и самок шпрота (стадии зрелости половых желез V, VI-IV) в разных районах неодинаковы и составляют у м. Лукулл 0,40:1, в районе Балаклавы - 0,35:1 и у Севастополя - 0,30:1. Согласно концепции дифференциации полов [3], в экстремальных условиях величина третичного соотношения полов падает благодаря повышенной чувствительности мужского пола, и чем условия обитания хуже, тем эта величина ниже. Так поддерживается эволюционная пластичность вида и регулируется его численность. Судя по полученным показателям третичного соотношения полов, условия жизни шпрота на юго-западном шельфе нельзя считать однородными. Наиболее благоприятны они, скорее всего, в районе м. Лукулл и наименее благоприятны - в районе Севастополя. Безусловно, подобный вывод следует считать предварительным, требующим для своего подтверждения более обширных данных по сезонным и межгодовым колебаниям этого показателя.

Для оценки интенсивности питания шпрота использован средний балл наполнения желудков. Его крайние значения изменялись от 1,86 (район Севастополя) до 2,35 (м. Лукулл), что свидетельствует об отсутствии существенных различий в интенсивности питания этих рыб в разных районах. Качественный состав пищи, к сожалению, исследовать не удалось, однако косвенно о нем можно судить по составу гельминтофауны шпрота и его зараженности некоторыми гельминтами.

В исследованном районе фауна гельминтов шпрота была представлена личинками нематоды *Hysterothylacium aduncum* и метацеркариями трематоды рода *Stephanostomum*. Из них только личинки нематод попадают в шпрота с пищевыми объектами, т.е. пассивно. Заражение личинками трематод происходит активно проникающими в рыб церкариями.

Личинки *H. aduncum* во всех трех районах неизменно поражали рыб на 100%. Индекс обилия этого паразита у шпрота в районе м. Лукулл составил 46,3 экз./ос., причем различия в зараженности самцов и самок (45,8 и 47,2 экз./ос. соответственно) оказались статистически недостоверными. Фактически не отличаются от этих величин показатели зараженности самок шпрота в районе Балаклавы (самцы в этой выборке отсутствовали) - 45,0 экз./ос. Шпрот севастопольского района резко выделяется как более высоким индексом обилия *H. aduncum* (80,2 экз./ос.), так и почти двукратным превышением зараженности самок по сравнению с самцами (97,0 против 54,5).

Обобщая полученные результаты, можно констатировать, что в зимний период обитающая на юго-западном шельфе Крыма популяция шпрота неоднородна по своим структурно-функциональным характеристикам. Особенности размерно-возрастной структуры позволяют предположить наличие здесь двух форм шпрота - крупной, приуроченной к южному участку шельфа (район Балаклавы), и мелкой - на западном участке (Севастополь - Лукулл). В свою очередь, по половой структуре и зараженности личинками нематод шпрот, обитающий на западном участке, разделяется на две группировки: одна - в районе Севастополя, вторая - у м. Лукулл. Таким образом, в зимний период года на юго-западном шельфе Крыма выделяется не менее трех локальных группировок шпрота - балаклавская, севастопольская и лукуллская.

Экологическое состояние этих группировок неодинаково. В лучшем состоянии находится южный шпрот (район Балаклавы), для которого характерны более высокие темпы роста, более крупные размеры, наибольшая величина третичного соотношения полов и наиболее низкая инвазированность, а в самом неблагополучном, судя по этим же признакам, - шпрот из района Севастополя.

Для объяснения причин внутривидовой дифференциации пелагического шпрота, обитающего на столь небольшой по площади акватории, необходимо обратиться к гидрологической характеристике района. Как известно [2, 6], в условиях подвижной водной среды скопления пелагических организмов могут длительно существовать только в том случае, если в пределах водной массы существует достаточно замкнутая циркуляция. Схема течений поверхностного слоя Черного моря выглядит следующим

образом [1]. Основное Черноморское течение (ОЧТ) имеет циклоническую направленность и простирается в полосе материкового склона параллельно берегу, охватывая все море замкнутым кольцом. Справа по ходу ОЧТ в результате меандрирования и бокового трения о берег и материковый склон в прибрежной зоне развивается антициклоническая завихренность. В непосредственной близости от берегов, в заливах и за выступающими в море мысами в результате бокового трения течений формируются небольшие локальные антициклонические вихри. В соответствии с этой схемой, на юго-западном шельфе Крыма выделяются следующие квазистационарные динамические образования: на южном участке - западная часть более обширной прибрежной зоны конвергенции ОЧТ у южного берега Крыма, на западном - антициклоническая завихренность северной ветви ОЧТ за Гераклейским полуостровом в районе Севастополя, а также южная периферия антициклонического круговорота Каламитского залива.

Как следует из рис. 1, места локализации отдельных группировок шпрота совпадают с расположением этих вихревых образований, что, очевидно, не случайно. Как известно, в центрах антициклональных вихрей, являющихся конвергентными образованиями, происходит накопление вод с последующим опусканием их на глубину. Экологический эффект такого гидродинамического процесса заключается в образовании зоны повышенных концентраций фито- и зоопланктона. В период нереста шпрота плотность его скоплений и биомасса пищевого зоопланктона связаны между собой положительной зависимостью [4].

Похоже, что обеспеченность пищей - один из ключевых факторов, способствующих внутривидовой дифференциации шпрота - по крайней мере, на уровне мезомасштабных группировок. Результаты паразитологических исследований этот вывод подтверждают.

H. aduncum - один из наиболее распространенных в Черном море паразитов: среди его дефинитивных хозяев рыбы 20 видов. Дополнительными хозяевами *H. aduncum* служат различные рыбы, прежде всего планктофаги, а также донные и придонные беспозвоночные. Роль первого промежуточного хозяина выполняют копеподы, зараженность которых, как правило, невысока. Однако копепода *Pseudocalanus elongatus* инвазирована этим паразитом на 11-38% [7], что свидетельствует о ее обязательном участии в жизненном цикле *H. aduncum*.

Учитывая тот факт, что заражение шпрота личинками *H. aduncum* происходит при питании зоопланктоном, наблюдаемые различия его зараженности нематодами в пределах рассматриваемой акватории могут быть связаны с локальными колебаниями интенсивности питания рыб и качественного состава пищевых организмов. В первом случае это должно было бы сопровождаться различиями в накормленности рыб, чего, по нашим данным, не наблюдается. Скорее всего, колебания индекса обилия нематоды определяются разными спектрами питания рыб. Более высокая зараженность шпрота в районе Севастополя может свидетельствовать о том, что здесь значительную часть его пищевых объектов составляют виды, являющиеся промежуточными хозяевами *H. aduncum*. Поскольку антропогенное эвтрофирование акваторий вблизи крупных городов приводит к массовому развитию фито-, а затем и зоопланктона, то при повышенных плотностях популяций зоопланктона возрастает и интенсивность циркуляции инвазионного начала. По этой причине копеподы - промежуточные хозяева *H. aduncum* в таких районах, вероятно, заражены более интенсивно, что, в свою очередь, также ведет к увеличению зараженности следующего звена трофической цепочки - шпрота.

Что касается различий в зараженности самцов и самок шпрота, то они, вероятнее всего, обусловлены избирательностью их питания.

Разномасштабность изменчивости вида по отдельным признакам и сложная динамическая структура вод дают основание считать, что внутривидовая дифференциация шпрота носит сложный иерархический характер. Предположительно, самый низкий уровень в иерархической структуре вида представляют локальные

группировки типа балаклавской, севастопольской и лукуллской (первый уровень иерархии). В свою очередь, они являются составными элементами более крупных региональных образований, соизмеримых по своим размерам с такими регионами, как Южный берег Крыма, Каламитский залив, северо-западная часть моря и т.д. Не исключено, что могут существовать также более крупномасштабные структуры, объединяющие несколько региональных образований в масштабах западной, восточной, северной или южной половины моря (третий уровень иерархии), отражающие климатические различия в акватории Черного моря.

Полученные нами результаты никак не подтверждают сомнения В.Н. Николаевой [5] относительно возможности образования шпротом локальных стад в пределах Черного моря. Получив очень незначительные различия в степени зараженности личинками *H. aduncum* этих рыб, исследованных в разных районах моря, автор фактически сделал вывод, что шпрот в Черном море представлен единой суперпопуляцией. Следуя популяционной концепции вида, априори с этим утверждением трудно согласиться. Анализируя результаты паразитологического обследования шпрота В.М. Николаевой, можно предположить, что одним из оснований для подобного утверждения послужила экологическая неадекватность выбранного масштаба усреднения первичных данных, который оказался слишком большим. Каждый из выделенных ею районов занимает сотни квадратных миль, и потому здесь одновременно могли встречаться группировки, объединение которых экологически неправомерно и потому неизбежно должно привести к ошибке в интерпретации результатов. Кроме того, объем исследованных выборок был настолько мал (в ряде случаев за сезон выборка была представлена всего 4 экз.), что едва ли можно говорить о репрезентативности полученных данных.

Нашу точку зрения по данному вопросу косвенно подтверждают результаты исследований, выполненных на ограниченном участке шельфа в западной части моря у берегов Болгарии, где с помощью метода "мозговых типов" были выделены разные стада шпрота [8], а также различия в зараженности шпрота уже упомянутыми личинками *H. aduncum* у анатолийского побережья [9] и на юго-западном шельфе Крыма. К этому следует добавить, что местные рыбаки безошибочно отличают балаклавского шпрота по его светло-золотистой окраске тела от шпрота из района Севастополя - Лукулла, имеющего более темную, с серебристым оттенком окраску.

Закключение. 1. Черноморский шпрот на юго-западном шельфе Крыма в зимний период года по своим биологическим характеристикам и экологическому состоянию дифференцирован на три специфические пространственно обособленные внутривидовые группировки (лукуллскую, севастопольскую и балаклавскую). 2. Места локализации этих группировок в целом совпадают с положением мезомасштабных антициклонических вихревых образований, в центрах которых концентрируются фито- и зоопланктонные организмы, являющиеся основной пищей шпрота.

1. Альтман Э.Н., Безбородов А.А., Богатова Ю.И. и др. Практическая экология морских регионов. Черное море - Киев, 1990 - 252 с.
2. Беклемишев К.В. Экология и биогеография пелагиали. - М., 1969. - 291 с.
3. Геодакян В.А. Эволюционная логика дифференциации полов. // Математич. методы в биологии. - Киев, 1977. - С. 84 - 106.
4. Гусар А.Г., Гетманцев В.А. Черноморский шпрот. - М., 1985. - 229 с.
5. Николаева В.М. Паразитофауна локальных стад некоторых пелагических рыб Черного моря // Труды СБС. - 1963. - 16. - С. 387 - 438.
6. Парин Н.В. Ихтиофауна океанской пелагиали. - М., 1968. - 185 с.
7. Солонченко А.И., Ковалева Т.М. Личинки нематод *Hysterothylacium aduncum* в рачках *Pseudocalanus elongatus* // Экология моря. - 1985. - Вып. 20. - С. 65 - 66.
8. Стоянов С.А. Черноморский шпрот *Sprattus sprattus silinus* (Antipa.) // Тр. Ин-та зоол. Българска Акад. наук. - 1953. - N 3. - С.90.

9. *Avsar D.* Parasitic fauna of sprat (*Sprattus sprattus phalericus* Risso, 1826) from the Turkish Black Sea coast // *Acta Adriatica*. - 1997. - 38, 1. - P. 71 - 76.
10. *Prodanov K., Mikhailov K., Daskalov G. et al.* Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation. Preliminary version // *FAO Fisheries, Circular* № 909. - Rome: FAO, 1996 - 198 p.

Институт биологии южных морей НАНУ,
г. Севастополь

Получено 07.04.99

G.V. ZUEV, A.V. GAEVSKAYA, J.M. KORNIJCHUK, A.R. BOLTACHEV

ON INFRASPECIFIC DIFFERENTIATION OF BLACK SEA SPRATT (*SPRATTUS SPRATTUS PHALERICUS*) NEAR THE CRIMEAN COAST (PRELIMINARY REPORT)

Summary

Variability of structural and functional characteristics of Black Sea spratt, inhabiting the southwestern Crimean shelf is studied. Differentiation of this fish species into three local isolated groups coinciding with the centers of mesoscale cyclonic turbulences is revealed. Differences of main population parameters of spratt and infestation with parasitic nematode, *Hysterothylacium aduncum* are indicators of such levels groups.

УДК [574.63+551.46.09](262.5)

О.Г. МИРОНОВ, Л.Н. КИРЮХИНА, С.В. АЛЁМОВ

КОМПЛЕКСНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БАЛАКЛАВСКОЙ
БУХТЫ

Комплексная экологическая съемка Балаклавской бухты (район Севастополя) проводилась в июле 1992 г. Приведены данные по количеству и составу микроорганизмов морской воды и донных осадков, физико-химическим показателям донных осадков, составу и количественным характеристикам макрозообентоса, макрофитообрастаний гидротехнических сооружений.

Балаклавская бухта, входящая в акваторию Севастополя, в экологическом плане менее изучена, чем другие севастопольские бухты. Первая комплексная экологическая съемка проведена здесь лишь в июле 1992 г., результаты которой излагаются в настоящей статье.

Материал и методика. Отбор проб морской воды и донных осадков проводили по осевой части бухты на пяти станциях (ст.1-5; по техническим причинам донные осадки на ст.1 взяты не были) (рис.). Дополнительно были отобраны пробы донных осадков на шести станциях, расположенных ближе к берегу (ст. 6-13), и в подземном канале (штольне). Кроме того, выполнен анализ макрофитобентоса на гидротехнических сооружениях, в том числе в одной точке подземного канала, в 75 м от выхода из него.

Отбор проб и их обработка осуществлялись с помощью методик, принятых для аналогичных исследований Севастопольских бухт [2].

Результаты и обсуждение. Балаклавская бухта характеризуется значительными скоростями течений, возникающими в ней при сгонно-нагонных явлениях.

© О.Г. Миронов, Л.Н. Кирюхина, С.В. Алемов, 1999

Экология моря. 1999. Вып.49