

ФИТОБЕНТОС КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ АКВАТОРИИ АПШЕРОНСКОГО АРХИПЕЛАГА (КАСПИЙСКОЕ МОРЕ)

К.М. Петров^{1*}

¹Кафедра биогеографии и охраны природы, Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

PHYTOBENTOS AS AN INDICATOR OF POLLUTION OF THE WATER AREA OF THE ABSSHERON ARCHIPELAGO (CASPIAN SEA)

K.M. Petrov (Department of Biogeography and Nature Protection, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia)

Резюме. В статье излагаются результаты флористических и гидрботанических исследований береговой зоны на акватории Апшеронского архипелага. Сеть станций, на которых проводились в середине XX века описания фитобентоса, может служить исходной базой для современного мониторинга качества морских вод. Красные водоросли *Ceramium elegans*, *Laurencia caspica*, *Polysiphonia caspica*, *Lophosiphonia obscura*, *Dermatolithon capsicum* в сублиторали являются индикаторами хорошего качества вод на акватории Апшеронского архипелага. Зеленые водоросли *Cladophora* и *Enteromorpha* индицируют опреснение и эвтрофикацию вод. Биоценоз фильтраторов-сестенофагов *Mytilaster lineatus* + *Balanus improvisus* играет важную роль биофильтра.

Abstract. The article presents the results of the floristic and geobotanical studies of the coastal zone in the water area of the Absheron archipelago. The network of stations, where phytobenthos descriptions were carried out in the middle of the XX century, can serve as a reference base for modern monitoring of the quality of marine waters. Red algae *Ceramium elegans*, *Laurencia caspica*, *Polysiphonia caspica*, *Lophosiphonia obscura*, *Dermatolithon capsicum* in sublittoral are indicators of the good water quality in the water area of the Absheron archipelago. The green algae *Cladophora* and *Enteromorpha* indicate desalination and eutrophication of waters. The biocenosis filter feeders-sestonophages *Mytilaster lineatus* + *Balanus improvisus* plays an important role as a biofilter.

Ключевые слова: фитобентос, красные водоросли, зеленые водоросли, биоиндикация, загрязнение морских вод, Апшеронский архипелаг, Каспийское море.

Keywords: phytobentos, red algae, green algae, bioindication, sea waters pollution, Absheron archipelago, Caspian Sea.

***Петров Кирилл Михайлович**, профессор, Кафедра биогеографии и охраны природы, Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: k.petrov@spbu.ru

Received: 05 July 2018; **Accepted:** 27 July 2018; **Published:** 02 August 2018

1. Введение

Метод биологической индикации качества вод является общепризнанным (Jain *et al.*, 2010; Tosti, Gall, 2012; Parmar *et al.*, 2016). Выбор биоиндикаторов основан на наблюдениях в природе, направленных на выявление организмов с узкой толерантностью – организмов, обитающих только в чистой воде. Чуткими

индикаторами качества морских вод являются водоросли зеленые, бурые и красные. На мелководьях, на глубине первых метров они образуют сообщества, видовой состав которых реагирует на опреснение и трофность морских вод. Индикация этих типов загрязнения особенно актуальна.

Побережье Республики Азербайджан входит в крупный промышленный кластер, ведущую роль в котором играют нефтедобывающий и перерабатывающий комплексы. Наряду с этим в береговой зоне моря важными являются курортно-бальнеологическое и рекреационное направления хозяйствования.

2. Материал и методы исследования

Статья является итогом специальных флористических и гидрботанических исследований береговой зоны Каспийского моря у Азербайджана, проводившихся во второй половине XX века. Пробы фитобентоса разбирались и определялись в Отделе низших споровых растений Ботанического института АН СССР. У побережья Азербайджана было обнаружено 13 видов зеленых водорослей, 3 вида бурых водорослей (из них 2 вида эндемиков), 18 видов красных водорослей (из них 5 видов эндемиков). Данные о флоре Каспийского моря обобщены в «Определителе зеленых, бурых и красных водорослей Южных морей СССР» (Zinova, 1967). Район исследования включает побережье Апшеронского полуострова и акваторию Апшеронского архипелага. Описания фитобентоса осуществлялись в процессе подводных исследований с учетом ландшафтных особенностей акватории (рис. 1).

Своеобразие фитобентоса здесь определяется тремя типами донных природных комплексов: абразионные скульптурные формы рельефа (скалы и каменистые глыбы), корки современных литифицированных отложений, илистые равнины на глубине 2–5 м. Морские исследования целенаправленно проводились на участках каменистых грунтов, показанных на морских картах и выявленных в процессе дешифрирования аэрофотоснимков морского дна (Gur'eva *et al.*, 1976). Акватория Апшеронского архипелага удалена от устьев впадающих в море рек, поэтому соленость морской воды относительно более высокая по сравнению с районами, лежащими севернее и южнее. Однако поверхностный слой прибрежных вод испытывает некоторое опреснение за счет нагона господствующими северными ветрами пресных вод Волги и Самура. Прозрачность моря достигает 10–12 м.

3. Результаты исследования и их обсуждение

Приведем описания подводной растительности (фитобентоса) на станциях наблюдения трех акваторий. Эти данные могут служить базой для современного мониторинга качества морских вод акватория Апшеронского архипелага.

1. Акватория, примыкающая к северным берегам Апшеронского полуострова, от мыса Калага (о. Камни Два Брата на западе) до мыса Шоулан (банка Андриевского на востоке). Здесь скульптурные формы рельефа располагаются не только у береговой линии, но и на значительном удалении от нее, между ними простираются аккумулятивные равнины с подвижными песчано-ракушечными наносами.

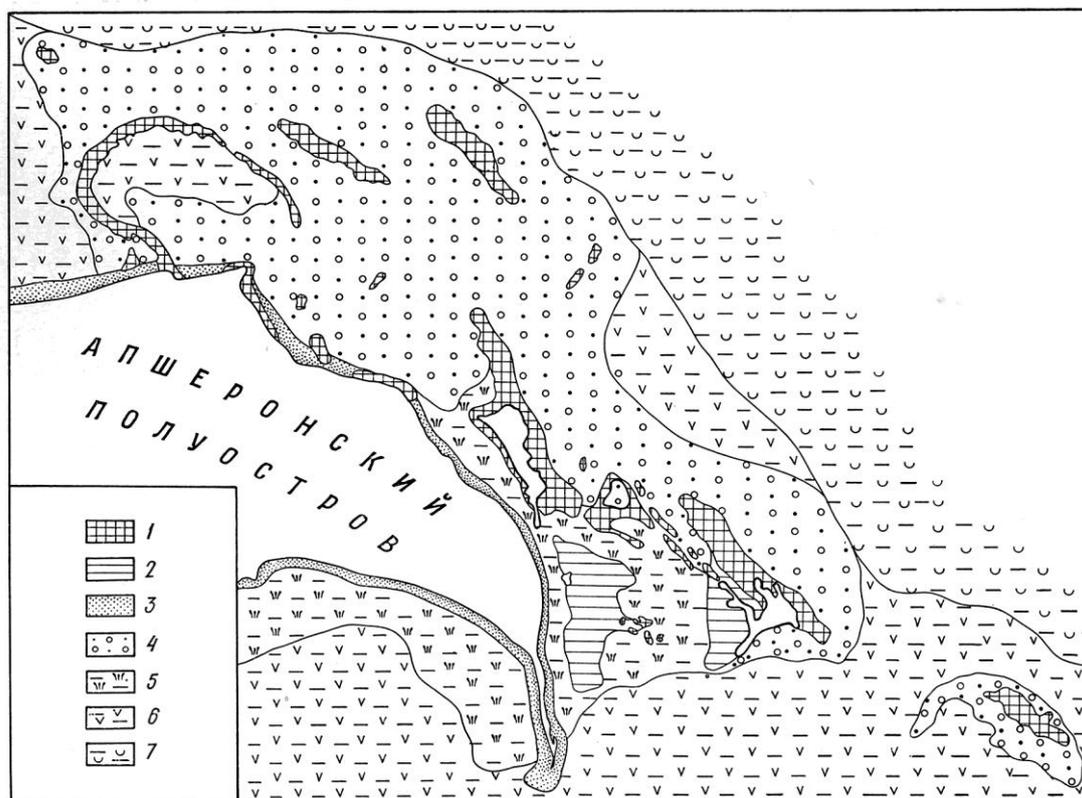


Рис. 1. Ландшафтная карта акватории Апшеронского архипелага

Условные обозначения. Донные природные комплексы: 1 – скалы и камни, биотоп зеленых, бурых и красных водорослей и биоценоза фильтраторов *Mytilaster lineatus* + *Balanus improvises*; 2 – равнины, покрытые коркой современных литифицированных отложений, биотоп красной водоросли *Ceramium diaphanum*; 3 – береговые валы; 4 – поля песчано-ракушечных наносов; 5 – илистые равнины на глубине 2–5 м, биотоп морских трав и харовых водорослей; 6 – илистые равнины на глубине свыше 10–15 м, биотоп биоценоза *Cardium edule*; 7 – илистые равнины на глубине свыше 15–20 м, биотоп биоценоза *Dreissena rostriformis*.

Fig. 1. Landscape map of the water area of the Absheron archipelago

Legend. Bottom natural complexes: 1 – rocks and stones, biotope of the green, red algae and biocenosis of filter feeders *Mytilaster lineatus* + *Balanus improvises*; 2 – plains, covered with a crust of modern lithificated sediments, biotope of the red algae *Ceramium diaphanum*; 3 – coastal shafts; 4 – fields of the sandy-shell sediments; 5 – silty plains at a depth of 2–5 m, a habitat of seagrass and charophytes; 6 – silty plains at depths more than 10–15 m, biotope biocenosis *Cardium edule*; 7 – silty plains at depths of over 15–20 m, biotope biocenosis of *Dreissena rostriformis*.

Станция Мыс Калагя. Берег сложен полого уходящими под воду пластами известняков, поверхность которых изрезана желобами и ячеями, образованными в результате карста. При умеренном прибое в желобах происходит постоянное слабое движение морской воды. Здесь на глубине около 5 см развивается фитоценоз зеленых водорослей *Cladophora vagabunda* + *Enteromorpha prolifera*. ниже, до 20 см, расположен бордюр из красной водоросли *Ceramium elegans*.

Станция в 2 км к западу от мыса Калагя. Гряда известняков и конгломератов, возвышающаяся над дном до 6 м, глубина над вершиной 8.8 м – это нижний предел распространения фитобентоса. Поверхность гряды покрыта

щетками митилястра и баянусами, на которых в свою очередь селится только известковая красная корковая водоросль *Dermatolithon caspicum*. Биоценоз фильтраторов-сестенофагов митилястра и баланусов выполет важную функцию, очищая воду от взвесей.

Станция Банка Балахнина. Мощный пласт известняков на глубине 7 м, поверхность пласта обросла митилястром и баянусами. Скучная растительность представлена корочками *Dermatolithon caspicum*, покрывающими створки митилястра и колпачки баянусов.

Станция мыс Амбуранский. Берег сложен пластами известняков, разбитых трещинами на крупные глыбы. Развалы глыб продолжаются под водой, растительность на них представлена плотным покровом водорослей, образующих под уровнем моря до глубины 50 см фитоценоз *Ceramium elegans* + *Laurencia caspica*; глубже, до 1 м – с примесью *Cladophora sericea*; на глубине от 1 до 3 м распространен фитоценоз *Enteromorpha prolifera* + *Cladophora vagabunda* – *Ceramium elegans* + *Laurencia caspica* – синузия эпифитов *Acrochaetium thuretii* (рис. 2, а).

Станция абразионный берег у пос. Бузовны. Береговой обрыв сложен пластами известняков, к его подножию причленена подводная песчаная равнина, под обрывом на песчаном дне лежат отдельные глыбы. На отвесных поднимающихся из воды стенках скал до 50 см выше уровня моря распространены заросли *Enteromorpha prolifera*, *E. linza*. Глыбы на глубине около 20 см покрыты зарослями *Ceramium elegans* с отдельными крупными куртинами *Enteromorpha linza* (рис. 2, б).

Станция мыс Шоулан. Берег сложен пластами известняков, образующих обрыв и полого уходящих под воду. Дно сложено развалами крупных глыб. На каменистых стенках до 20–30 см выше ур. м., в зоне заплеска, расположен фитоценоз *Cladophora vagabunda*, от 0 до 10–20 см – фитоценоз *Laurencia caspica* – *Dermatolithon caspicum*; до 1.5–2.0 м – фитоценоз *Laurencia caspica* + *Ceramium elegans* – *Lophosiphonia obscura* – *Dermatolithon capsicum*. С нижней стороны нависающих глыб на глубине 20 см развит фитоценоз *Polysiphonia caspica* – *Cladophora vagabunda* – *Lophosiphonia obscura*. На горизонтальных поверхностях глыб на глубине до 1.5–2.0 м развит фитоценоз *Laurencia caspica* + *Ceramium elegans* – *Lophosiphonia obscura* – *Dermatolithon capsicum*. Стенки крупных глыб, расположенных на некотором удалении от берега и открытых прибою, на глубине до 1.5–2.0 м покрыты фитоценозом *Ceramium elegans* – *Lophosiphonia obscura* – *Dermatolithon caspicum* (рис. 2, в). В бухточке около мыса Шоулан каменистая, обрывающаяся в воду стенка, до 30 см выше ур. м., покрыта бородавчатыми лепешками цианеи *Rivularia*; глубже расположены: от 0 до 10 см фитоценоз *Cladophora sericea* – *Polysiphonia caspica* + *Ceramium elegans* – *Lophosiphonia obscura*, от 10 до 50 см – фитоценоз *Cladophora sericea* – *Laurencia caspica* + *Ceramium elegans*, от 0.5 до 1.5 м – фитоценоз *Polysiphonia caspica* + *Cladophora vagabunda* – *Lophosiphonia obscura*, на глубине 2 м простирается ровное, покрытое песком дно.

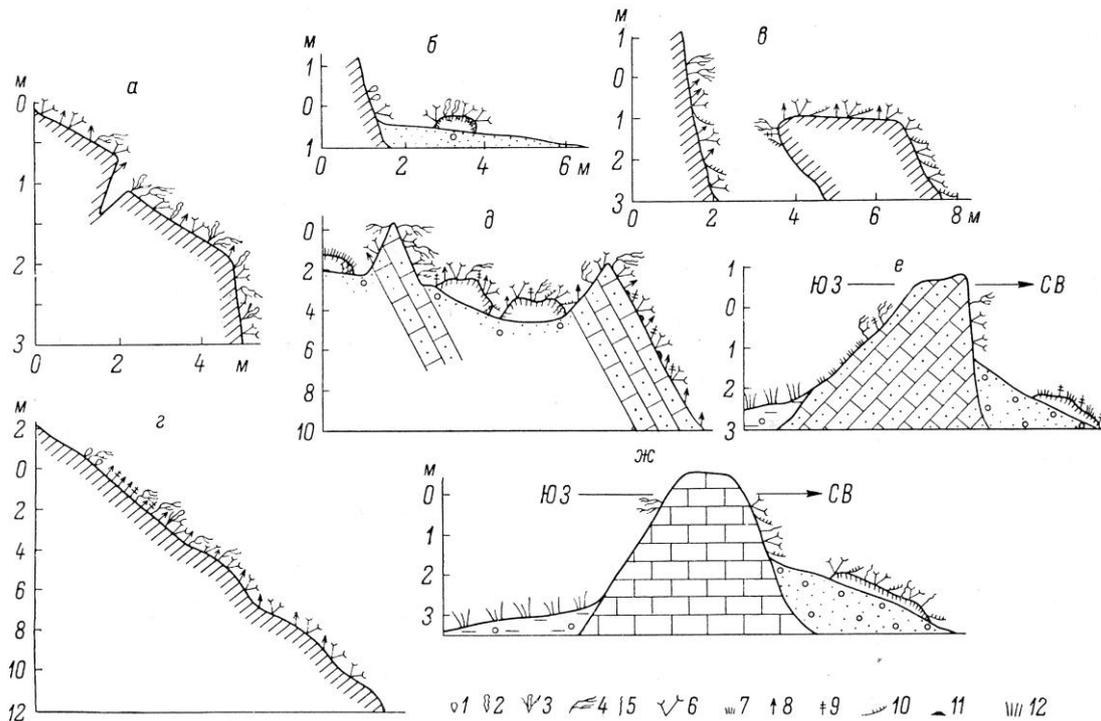


Рис. 2. Схематические профили распределения фитобентоса на акватории Апшеронского архипелага *а* – глыбы известняков у мыса Амбуранского; *б* – абразионный берег у пос. Бузовны; *в* – пласты и глыбы известняков на мысе Шоулан; *г* – сводный профиль вертикального распределения фитобентоса на скалистых банках вдали от берега; *д* – гряды и глыбы в районе Камней Григоренко; *е* – гряда надводных камней на продолжении п-ова Урунос; *ж* – профиль через о. Большая Плита.

Fig. 2. Schematic profiles of phytobenthos distribution in the water area of the Absheron archipelago *a* – blocks of limestone at the Cape Amburansk; *б* – cliff near Buzovna settlement; *в* – beds and boulders of limestone on the Cape Shoulan; *г* – a summary profile of the vertical distribution of phytobenthos on the rocky banks off shore; *д* – ridges and blocks in the area of the Stones Grigorenko; *е* – ridge surface of the stones in the continuation of the Peninsula Urunos; *ж* – profile by the island Big Plate.

Станция Камни Два Брата – два небольших скалистых острова в открытом море и продолжающиеся под водой на глубину до 20 м гряды и развалы глыб. Поверхность скал на высоте от 75 до 100 см над ур. м., заливаемая при наиболее сильных заплесках волн, покрыта корочками цианеи *Symploca laeteviridis*; ниже – поверхности, постоянно омываемые волнами, покрыты фитоценозом зеленых водорослей *Enteromorpha prolifera* + *Cladophora vagabunda*; у уреза воды расположен бордюр красных водорослей *Polysiphonia caspica* и *Laurencia caspica*, в защищенных местах замещаемый фитоценозом *Cladophora sericea* + *Polysiphonia caspica*. По мере увеличения глубин происходят следующие изменения в растительном покрове: до 1–3 м распространен фитоценоз *Laurencia caspica* + *Polysiphonia caspica* + *Cladophora sericea* – синусия эпифитов *Acrochaetium thuretii*; до 5–6 м – фитоценозы с доминированием *Laurencia caspica*, *Ceramium elegans* и *Cladophora sericea* (с неизменным преобладанием первых двух видов), местами пышно разрастаются куртины *Enteromorpha prolifera*, *E. clathrata*, *E. flexuosa*, хорошо развита синусия эпифитов *Acrochaetium thuretii*. На глубине 7–8 м зеленые водоросли исчезают, остается разреженный покров

красных водорослей *Ceramium elegans*, *Laurencia caspica* и *Acrochaetium thuretii*, последняя исчезает из синузии эпифитов и селится на грунте. На глубине 10 м каменистые поверхности обрастают биоцинозом фильтраторов митилястра и баянусов, на которых селится *Dermatolithon capsicum*, встречаются единичные кустики *Ceramium elegans* и пучочки (размером 1–5 мм) *Acrochaetium thuretii*. На глубине около 15 м растительность исчезает.

Станция Банка Андриевского, глубина от 8 до 12 м. Пласты известняков, образующих крупные глыбы, расположенные ступенями высотой до 1.5 м. Глыбы обросли митилястром и баянусами. Горизонтальные поверхности ступеней на глубинах от 8 до 10 м заняты разреженным покровом красных водорослей *Polysiphonia caspica* и пленкой цианеи *Spirulina subtissima*, покрывающей около 80% поверхности глыб. На глубине 10–12 м макрофиты исчезают, остается лишь пленка цианобионтов.

Станция Банка Риф, глубина 9 м. Пласты известняков, разбитые на крупные глыбы, обросшие митилястром и баянусами, растительность отсутствует.

Выводы по первой акватории. Основными местообитаниями подводной растительности являются скульптурные формы рельефа: гряды, камни, скопления глыб. Каменистые поверхности, выступающие над ур. м. в поясе заплеска местами покрыты цианобионтами, местами зелеными водорослями *Enteromorpha linza*, *E. prolifera*. Возле уреза воды и на глубине нескольких десятков сантиметров растут зеленая водоросль *Cladophora vagabunda* и красная водоросль *Ceramium elegans*, местами бордюры образуют *Ceramium elegans*, *Laurencia caspica*. На глубине 1–3 м распространен фитоценоз *Laurencia caspica* + *Polysiphonia caspica* + *Cladophora sericea* – синузия эпифитов *Acrochaetium thuretii*. На глубине от 3 до 6 м господствуют сообщества красных водорослей *Ceramium elegans* + *Laurencia caspica* + *Polysiphonia caspica* + *Lophosiphonia obscura* (рис. 3), местами встречаются зеленые водоросли *Cladophora* и *Enteromorpha*. На глубине 7–8 м зеленые водоросли исчезают, остается разреженный покров красных водорослей *Ceramium elegans*, *Laurencia caspica* и *Acrochaetium thuretii* (последняя селится на тонком слое наилка, покрывающем каменистый субстрат). На поверхности камней от уреза воды до максимальных глубин береговой зоны развит биоценоз фильтраторов *Mytilaster lineatus* + *Balanus improvises* (рис. 4), выполняющих функции очистки вод от взвесей. Створки митилястра и колпачки баянусов покрыты корочками красной водоросли *Dermatolithon capsicum*. На глубине 8–9 м *Dermatolithon capsicum* образует господствующее сообщество. На глубине 10–15 м растительность отсутствует.

2. Акватория островов Жилой и Артема включает вытянутую с северо-запада на юго-восток полосу скульптурных форм рельефа, внешняя северо-восточная сторона которой открыта прибою, внутренняя юго-западная защищена от волн.

Станция Камни Григоренко, лежащая северо-западнее о. Жилой, описана в качестве ключевого участка. Полоса абразионно-скульптурного рельефа с северо-востока и юго-запада ограничена аккумулятивными равнинами. Скульптурные формы представлены грядами и развалами глыб песчаников. С северной и восточной, открытых прибою, сторон гряды опускаются на глубину до 10–15 м. В средней части полосы глубины не превышают 5 м, отдельные гряды и камни поднимаются над поверхностью воды.



Рис. 3. Сообщество красных водорослей *Ceramium elegans* + *Laurencia caspica* + *Polysiphonia caspica* – *Lophosiphonia obscura* – *Dermatolithon caspicum* развитое в чистых водах на камнях на глубине 5 м.

Fig. 3. Red algae community *Ceramium elegans* + *Laurencia caspica* + *Polysiphonia caspica* – *Lophosiphonia obscura* – *Dermatolithon caspicum* developed in clear waters on stones at a depth of 5 m.



Рис. 4. Биоценоз фильтраторов-сестенофагов *Mytilaster lineatus* + *Balanus improvisus* развитый на каменистых поверхностях в береговой зоне моря.

Fig. 4. The biocenosis of filter feeders-sestonophages *Mytilaster lineatus* + *Balanus improvisus* developed on rocky surfaces in the coastal zone of the sea.

В понижениях между скульптурными формами скапливается, как правило, небольшое количество песчано-ракушечных наносов. С юго-западной, защищенной от волн, стороны глубина у подножия гряды около 5 м.

Поверхности камней, выступающих из воды и омываемых прибоем, заняты бородавчатыми лепешками цианеи *Rivularia*, от уреза воды до глубины 0.5 м – фитоценоз зеленых нитчаток *Cladophora vagabunda* с участием красной водоросли *Ceramium elegans*. Глубины до 5 м заняты сообществом *Ceramium elegans* + *Laurencia caspica* + *Cladophora sericea* часто со значительным участием *Polysiphonia caspica* и *Lophosiphonia obscura*. Плоские глыбы, лежащие среди песчано-ракушечных наносов в защищенных от прибоя местах на глубине 2 м обрастают *Ceramium diaphanum*, иногда со значительным участием нитевидной цианеи *Lyngbia*. С северо-восточной, обращенной к открытому морю стороны, где гряды опускаются до глубины 10–15 м, удалось проследить распространение фитобентоса до его нижней границы (рис. 2, д). До глубины 8–9 м развит разреженный растительный покров, в котором доминируют красные водоросли *Ceramium elegans*, *Laurencia caspica*, *Polysiphonia caspica*, камни покрыты митилистром и баяннусами, на которых в свою очередь в массе селится красная корковая водоросль *Dermatolithon capsicum*. Глубже на поверхности камней и щетках митилистра появляется наилкок и бактериальная пленка, встречаются единичные кустики *Laurencia caspica* и селящегося на ней эпифитно *Ceramium elegans*. Глубже 12–13 м растительность отсутствует.

Станция гряды надводных камней на продолжении п-ова Урунос (о. Жилой). Гряда песчаников служит барьером для волн, благодаря чему условия обитания на ее северо-восточной, обращенной в сторону открытого моря прибойной стороне и юго-западном, защищенном от волн склоне различны. Под защитой гряды аккумулируются илистые отложения, образующие равнину, поросшую на глубине 5 м морской травой *Zostera minor*. Основание гряды от 2.5 до 1.5 м покрыто наилком и занято фитоценозом *Ceramium diaphanum*, прерываемым местами пленкой цианеи *Anabaena*. От 1.5 м до нуля глубин распространен фитоценоз *Cladophora vagabunda* + *Ceramium diaphanum* + *Polysiphonia caspica*. На открытой прибою стороне гряды растительность иная, до 20 см выше ур. м. распространены бородавчатые лепешки цианеи *Rivularia*, местами замещаемые бордюром зеленых нитчаток *Cladophora vagabunda*. От 0 до 50 см расположен фитоценоз *Ceramium elegans* – *Dermatolithon capsicum*, далее к подножию гряды на глубине около 4 м причленена песчано-ракушечная равнина с отдельными каменистыми плитами. Плиты обросли *Ceramium diaphanum* иногда со значительным участием *Polysiphonia caspica*, песчано ракушечные наносы лишены растительности (рис. 2, е).

Станция о. Большая Плита. Каменистые глыбы, слагающие остров от 0 до 50 см глубины, окаймлены бордюром *Cladophora vagabunda*, глубже из-за плохой прозрачности воды и сильной заиленности каменистых поверхностей растительность на глыбах отсутствует. С юго-западной, защищенной от прибоя, стороны к острову примыкает на глубине 3 м илистая поросшая зостерой равнина. Северо-восточная сторона острова открыта прибою, некоторую защиту от волн образует группа скалистых островов и рифов, расположенных мористее. На глубине 2–3 м к острову примыкает аккумулятивная равнина, сложенная песчано-ракушечными отложениями. Каменистые глыбы, слагающие остров и лежащие у

его подножия, обрастают *Lophosiphonia obscura*, *Ceramium elegans* и нитевидной цианеей *Lyngbia* (рис. 2, ж).

Станция между островами Большая и Малая Плиты. Гряда, сложенная известняками, вершина её на глубине 3 м. Растительность на каменистых глыбах на вершине гряды представлена сообществами водорослей, среди которых господствуют *Ceramium elegans* и *Enteromorpha clathrata*, *E. prolifera*, а также принимают участие *Laurencia caspica* и *Ceramium diaphanum*. Камни сплошь обрастают митилиястром и колпачками баянусов. С юго-западной, защищенной от прибоя, стороны к гряде примыкает илистая, поросшая зостерой равнина.

Выводы по второй акватории. Основными местообитаниями фитобентоса являются скульптурные формы рельефа: гряды и скопления глыб. Выступающие из-под воды гряды, открытые прибою, в поясе заплеска местами покрыты цианобионтами, у уреза воды – бордюры зеленых нитчаток *Cladophora vagabunda*. На глубине нескольких десятков сантиметров развит фитоценоз *Cladophora vagabunda* + *Ceramium elegans*. Глубины до 5 м заняты сообществом красных водорослей *Ceramium elegans* + *Laurencia caspica* + *Polysiphonia caspica* – *Lophosiphonia obscura* – *Dermatolithon caspicum*, местами встречается *Cladophora sericea*. До глубины 8–9 м простирается разреженный покров *Ceramium elegans*, *Laurencia caspica*, *Polysiphonia caspica*, створки митилиястра и баланусов покрыты корочками *Dermatolithon caspicum*. На глубине 12–13 м растительность отсутствует. В качестве примера, иллюстрирующего общие закономерности вертикального распределения фитобентоса на скалистых банках вдали от берега, может служить сводный профиль (рис. 2, з).

Биотоп плоских глыб на глубине 2–3 м, лежащих среди песчано-ракушечных отложений, в защищенных от волн местах занят сообществом *Ceramium diaphanum* со значительным участием нитевидной цианеи *Lyngbia*. Биотоп илистых равнин на глубине до 5 м занят сообществом морских трав.

3. Акватория, примыкающая к восточной оконечности Апшеронского полуострова, от дамбы о. Артема до Шаховой косы представляет собой мелководную абразионно-аккумулятивную равнину, защищенную от господствующего северного ветра полосой гряд вдоль линии о. Жилой – о. Артема. Равнина сложена коркой современных литифицированных отложений, песчано-ракушечными наносами, образующими валы и косы. В защищенных местах равнина сложена илистыми отложениями, с большой или меньшей примесью песка и ракуши. Глубина моря над равниной от 2 до 5 м, дно хорошо освещено и прогрето солнечными лучами. Основные черты фитобентоса связаны с биотопами корок литифицированных отложений и илистых грунтов.

Станция на глубине 2.3 м. Дно ровное, сложенное заиленным песком с примесью ракуши, изредка встречаются плитки литифицированных отложений размером 5x10 см. Растительность на рыхлых грунтах представлена сообществом морских трав *Ruppia maritima* + *Zostera minor*. В качестве эпифита селится красная водоросль *Ceramium diaphanum*. Плитки литификатов обрастают *Ceramium diaphanum*.

Станция на глубине 2.5 м. Дно ровное, представлено участками, покрытыми коркой литифицированных отложений и илистыми грунтами с примесью ракуши. Растительный покров комплексный: на литификатах фитоценоз *Ceramium diaphanum*, на рыхлых грунтах фитоценоз *Ruppia maritima* + *Zostera minor* – харовые водоросли – синузия эпифитов *Ceramium diaphanum*.

Станция на глубине 2.8 м. Дно ровное, сложенное илистыми с примесью ракуши отложениями, изредка встречаются плитки современных литифицированных отложений размером 5x10 см. Растительный покров мозаичный, представленный на рыхлом грунте фитоценоз *Zostera minor* + *Ruppia maritima* – *Chara*. Морские травы обычно пышно обрастают эпифитами *Ceramium diaphanum*, *Polysiphonia violacea*. К плиткам литификатов приурочено сообщество *Ceramium diaphanum* + *Cladophora vagabunda*, на створках крупных раковин селится *Laurencia caspica*.

Станция на глубине 3.2 м. Дно ровное, сложенное илистыми с примесью песка и ракуши отложениями. Растительность представлена фитоценозом *Zostera minor* – синузия эпифитов *Ceramium diaphanum*; прикрепляясь к створкам крупных раковин, селится *Laurencia caspica*.

Станция на глубине 5 м. Дно ровное, представлено участками, покрытыми коркой литифицированных отложений и илистыми грунтами. На литификатах развивается фитоценоз *Ceramium diaphanum* + *Polysiphonia violacea* со значительным участием нитевидной цианеи *Lyngbia*, к илистым грунтам приурочены заросли *Zostera minor*.

Выводы по третьей акватории. Основными местообитаниями подводной растительности являются рыхлые заиленные грунты и корка современных литифицированных отложений на глубине от 2 до 5 м. Первые заняты сообществом *Ruppia maritima* + *Zostera minor* – *Chara*, вторые обрастают красной водорослью *Ceramium diaphanum* (рис. 5). Подвижные песчано-ракушечные наносы лишены растительности.

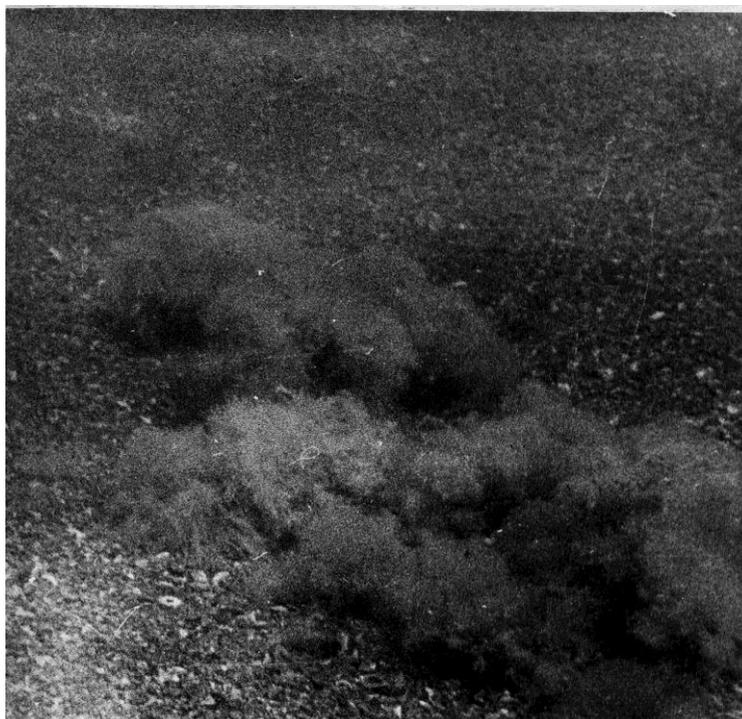


Рис. 5. Сообщество красной водоросли *Ceramium diaphanum* на корке современных литифицированных отложений на глубине 3 м.

Fig. 5. Red algae community *Ceramium diaphanum* on the crust of modern lithified sediments at a depth of 3 m.

5. Выводы

1. Сеть станций, на которых проводились в середине XX века описания фитобентоса на акватории Апшеронского архипелага, может служить исходной базой для современного мониторинга качества морских вод.

2. В распределении фитобентоса каменистых грунтов по глубинам выделяются три вертикальных зоны: зона заплеска, сублитораль и элитораль. Сублитораль подразделяется на три этажа: верхний, средний и нижний.

3. Для зоны заплеска характерны местами сообщества цианобионтов, местами зеленых водорослей (*Cladophora*, *Enteromorpha*). Верхний этаж сублиторали, глубина 0–3 м, занят преимущественно сообществом зеленых водорослей *Cladophora vagabunda* + *C. sericea* + *Enteromorpha* с участием красных водорослей *Ceramium elegans*, *Laurencia caspica*, *Dermatolithon caspicum*. В среднем этаже сублиторали, глубина 3–6 м, господствует сообщество красных водорослей *Ceramium elegans* + *Laurencia caspica* + *Polysiphonia caspica* – *Lophosiphonia obscura* – *Dermatolithon caspicum* с небольшим участием зеленых водорослей (*Cladophora*, *Enteromorpha*). В нижнем этаже сублиторали, глубина 6–9 м, зеленые водоросли отсутствуют, покров кустистых красных водорослей (*Ceramium*, *Laurencia*, *Polysiphonia*) становится разреженным, доминируют красные известковые корковые водоросли *Dermatolithon caspicum*, обрастающие створки мителястра и колпачки баланосов. В элиторали макрофиты отсутствуют, на поверхности илистого грунта отмечены нити и пленки цианобионтов.

Растительность защищенной от волн абразионно-аккумулятивной равнины на глубине от 2 до 5 м представлена на илистых грунтах сообществом морских трав и харовых водорослей, на корке современных литифицированных отложений сообществом красной водоросли *Ceramium diaphanum*. Подвижные песчано-ракушечные наносы лишены растительности.

4. Отмеченное в середине XX века доминирование красных водорослей в сублиторали на акватории Апшеронского архипелага свидетельствует о качестве вод близкому к норме. Именно эта группа водорослей является биоиндикатором чистых морских вод. Доминирование зеленых водорослей в зоне заплеска и в верхнем этаже сублиторали связано с естественным опреснением поверхностного слоя вод.

5. Важную роль биофильтра, поддерживающего чистоту морских вод, выполняет обрастающие каменистые грунты в сублиторали биоценоз фильтраторов-сестенофагов *Mytilaster lineatus* + *Balanus improvises*.

Литература

- Gur'eva, Z.I., Petrov K.M., Sharkov V.V. (1976). *Aerophotomethodes geological and geomorphological studies of the inner shelf and coast of the seas*. Atlas of annotated aerial photographs. Leningrad, Nedra, 227 p. (in Russian)
- Jain A., Singh B.N., Singh S.P., Singh H.B. & Singh S. (2010). Exploring Biodiversity as Bioindicators for Water Pollution, National Conference on Biodiversity, Development and Poverty Alleviation 22nd May, 50-56. <http://upsbdb.org/pdf/Souvenir2010/8.pdf>
- Parmar T.K., Rawtani D. & Agrawal Y.K. (2016). Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution, *J. Frontiers in Life Science*, 9(2), 110-118. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21553769.2016.1162753>

- Tosti E., Gall A. (2012). Best Biomarker and Bioindicator for Marine Environmental Pollution. *Journal of Marine Science: Research & Development*, 2(2), e101. doi: 10.4172/2155-9910.1000e101.
- Zinova, A.D. (1967), The determinant of green, brown and red algae of the Southern seas of the USSR, Leningrad, Publishing house "Nauka", 400 p. (in Russian).