



## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Общие вопросы / General problems  
Оригинальная статья / Original article  
УДК 504.064.2.001.18  
DOI: 10.18470/1992-1098-2018-3-13-30

### ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЛОКАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДОННЫХ СТАНЦИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ СЕВЕРО-КАСПИЙСКОГО ШЕЛЬФА

<sup>1</sup>Владимир Б. Ушивцев\*, <sup>1</sup>Сергей В. Востоков,  
<sup>1</sup>Никита Б. Водовский, <sup>1</sup>Майя Л. Галактионова,  
<sup>2</sup>Гульнара А. Ахмедова

<sup>1</sup>Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,  
Москва, Россия, caspy@bk.ru

<sup>2</sup>Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

**Резюме. Цель.** На базе четырех экспериментальных донных станций, установленных на различных глубинах Северо-Каспийского шельфа, были исследованы локальные сообщества морских организмов, сформировавшиеся на различных конструкциях станции и в непосредственной близости от них. Цель работы – изучение особенностей развития сообществ на основе донных биостанций, измерение их количественных характеристик, оценка информативности структурных и функциональных характеристик локальных сообществ для анализа состояния морской среды. **Методы.** Экспериментальные донные станции установлены в различных районах Северо-Каспийского шельфа с использованием водолазного снаряжения для изучения их воздействия на окружающую среду. Контроль за развитием сопутствующей фауны проводили с помощью ловушек и методом прямого учета по материалам фото-видео съемок. Отбор проб обрастаний осуществлялся методом учетных площадок. На основе числа видов флоры и фауны локальных сообществ, предложена бальная система информативности, которая может быть использована для мониторинга. **Результаты.** Материалы исследований свидетельствуют о существенном различии в видовом составе, биомассе и структуре сообществ локальных ценозов сформировавшихся на донных станциях с одинаковой конструкцией и экологической емкостью на различных глубинах Северо-Каспийского шельфа. В мелководной зоне шельфа на глубинах 6-8 м в локальном сообществе донной станции наблюдается доминирование растительной составляющей. На больших глубинах, в ценозах увеличивается общая биомасса и начинают превалировать сообщества животных, в том числе фильтраторов способствующих самоочищению морской среды. **Выводы.** Результаты указывают на возможность использования комплексных наблюдений за структурой и функциональными характеристиками локальных сообществ, а также развитием видов индикаторов и объектов накопления токсикантов для оценки состояния морской среды. Развитие данного подхода предусматривает эксперименты с различными конструкциями и материалами станций и использование биотехнологий имплантации тестовых организмов на конструкции донных станций.

**Ключевые слова:** донная станция, сообщество, условия среды, биомасса, биоразнообразие, виды индикаторы, Северный Каспий.

**Формат цитирования:** Ушивцев В.Б., Востоков С.В., Водовский Н.Б., Галактионова М.Л., Ахмедова Г.А. Особенности развития локальных сообществ на основе экспериментальных донных станций в различных зонах Северо-Каспийского шельфа // Юг России: экология, развитие. 2018. Т.13, N3. С.13-30. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-3-13-30



## DEVELOPMENT OF LOCAL COMMUNITIES ON THE BASIS OF EXPERIMENTAL BOTTOM STATIONS IN DIFFERENT ZONES OF THE NORTH-CASPIAN SHELF

<sup>1</sup>Vladimir B. Ushvtsev\*, <sup>1</sup>Sergey V. Vostokov,  
<sup>1</sup>Nikita B. Vodovsky, <sup>1</sup>Maya L. Galaktionova,  
<sup>2</sup>Gulnara A. Akhmedova

<sup>1</sup>Institute of Oceanology named after P.P. Shirshov RAS,  
Moscow, Russia, caspy@bk.ru

<sup>2</sup>Dagestan State University, Makhachkala, Russia

**Abstract. Aim.** On the basis of four experimental bottom stations installed at various depths of the North Caspian shelf, the local communities of marine organisms were formed, on various constructions and in close proximity to them were investigated. The aim of the work is to study the features of community development on the basis of bottom biological stations, to measure their quantitative characteristics, to assess the informative character of the structural and functional characteristics of local communities for analyzing the state of the marine environment. **Methods.** Experimental bottom stations were installed in various regions of the North Caspian shelf using diving equipment to study their impact on the environment. Control over the development of associated fauna was carried out with the help of traps and the method of direct accounting for the materials of photo-video surveys. Sampling of fouling was carried out by the method of registration sites. Based on the number of species of flora and fauna of local communities, a ballroom information system has been suggested, that can be used for monitoring. **Results.** Research materials indicate a significant difference in the species composition, biomass and the structure of communities of local cenoses formed at the bottom stations with the same design and ecological capacity at various depths of the North Caspian shelf. In the shallow shelf zone at depths of 6-8 m in the local community of the bottom station, the vegetation component is dominant. At great depths, the total biomass increases in local cenoses and animal communities, including filter-feeders, make significant contribution to the self-purification of the marine environment. **Conclusions.** The results indicate the possibility of using complex observations of the structure and functional characteristics of local communities formed on the base of bottom stations, as well as the development of species of indicators and objects of accumulation of toxicants for assessing the state of the marine environment. The development of this approach involves the experiments with different station constructions and materials and use of biotechnology implantation of test organisms on the design of bottom stations.

**Keywords:** bottom station, community, environmental conditions, biomass, biodiversity, species indicators, Northern Caspian.

**For citation:** Ushvtsev V.B., Vostokov S.V., Vodovsky N.B., Galaktionova M.L., Akhmedova G.A. Development of local communities on the basis of experimental bottom stations in different zones of the North-Caspian shelf. *South of Russia: ecology, development*. 2018, vol. 13, no. 3, pp. 13-30. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2018-3-13-30

### ВВЕДЕНИЕ

Разработка углеводородных ресурсов в Северном Каспии неизменно сопровождалась инженерно-экологическими изысканиями и производственным экологическим мониторингом. Их основная цель – это оценка воздействия морской нефтегазодобычи на морскую среду и биоту. Одним из новых подходов к оценке воздействия на морскую среду является контроль за формированием и развитием локальных

сообществ, формирующихся на основе экспериментальных «донных станций», обладающих большой экологической емкостью и информативностью.

Донная станция – специальное биотехническое сооружение, состоящее из сборного бетонного основания и четырех пелагических полипропиленовых модулей (рис. 1). Станция устанавливается на дне моря для формирования локального сообще-

ства (рис. 2). Конструкция донной станции создает благоприятные условия для развития обитающих в море организмов и способствует формированию интенсивно развивающегося локального сообщества, которое используется в качестве объекта мониторинга.

В основе мониторинговых исследований локального сообщества донной станции лежит оценка жизнедеятельности сфор-

мировавшегося ценоза, в частности, его количественных, в том числе, структурных и функциональных характеристик, состояния индикаторных групп животных и растений, состава и количества накопленных ими токсиантов и пр. [1-7]. Состояние локальных сообществ и их компонентов на разных трофических уровнях свидетельствует о степени благополучия окружающей среды и биоты в точке наблюдений.



*Рис.1. Вид вновь установленной донной станции в точке наблюдений*

*Fig.1. The appearance of the newly installed bottom station at the observation point*

Сеть экспериментальных донных станций установлена в Каспийском море на лицензионных участках ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» (рис. 3). Она охватывает обширные районы моря на глубинах от 5 до 30 метров. В зависимости от района и глубины постановки локальные ценозы станций имеют характерные особенности [8].

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Общее состояние локального ценоза оценивалось методом ландшафтных подводных наблюдений с дальнейшим анализом фото-видео материалов. Оценка биоразнообразия и биомассы сообщества осуществлялась путем взятия девяти проб обрастаний на каждой станции методом съемных учетных площадок. Шесть проб были взяты с донной части станции, из них три пробы с внешней стороны строения и три пробы во внутреннем объеме сооружения. Отдельно три пробы обрастаний отобраны с пелагических модулей. Учетная площадь каждой пробы 0,01 м<sup>2</sup>. Сообщество обрастателей удалялось с учетной площадки, взвешива-



*Рис.2. Вид донной станции через год после установки*

*Fig.2. The bottom station view, one year after installation*

**Целью** настоящей работы является сравнительное изучение локальных сообществ четырех донных станций, установленных на шельфе Северного Каспия и оценка информативности полученных результатов для решения задач мониторинга морской среды в районах интенсивной нефтегазодобычи.

лась общая биомасса ценоза и отдельно по видам все представители животных и растений. Количество рыб и креветок определялось путем прямого учета при анализе фото- и видеоматериалов. Пробы рыб и креветок отбирались из уловов ловушки, установленной в основании станции. Результаты обработки проб пересчитывались на полезную площадь сооружения, которая составляет 5 м<sup>2</sup> внешней поверхности донной части станции и 4,3 м<sup>2</sup> поверхности ее внутреннего объема. Четыре пелагических модуля имеют суммарную полезную площадь 24 м<sup>2</sup>. Данные исследований сведены в таблицы и диаграммы.



### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Станция 1 была установлена в районе о. Малый Жемчужный на глубине 6 м (рис. 3).

В мелководных районах на глубинах 5-8 м станции находятся в зоне активной динамики водных масс, вызываемой ветровым волнением, сгонно-нагонными и компенсационными течениями. Район характеризуется большим количеством взвесей в воде. Грунты песчаные с примесью ила и битой ракушки. Прозрачность воды по диску Секки 0,5-1,5 м. Соленость воды колеблется в пределах 2-6‰. Температура придонных слоев воды летом 24-28°C. В таких условиях в составе сообще-

ства обрастаний на мелководных станциях доминирует растительный комплекс, в частности, макрофиты: *Enteromorpha*, *Cladophora*, *Polysiphonia* (рис. 4). В составе животного комплекса присутствуют *Bivalvia*, преимущественно *Mytilaster lineatus*. В небольшом количестве встречается усоногие раки *Balanus improvisus*. Скопления животных и рыб распространены преимущественно во внутреннем объеме станции, где низкая освещенность сдерживает бурное развитие макрофитов и субстрат в большей степени доступен для фауны (рис. 5).

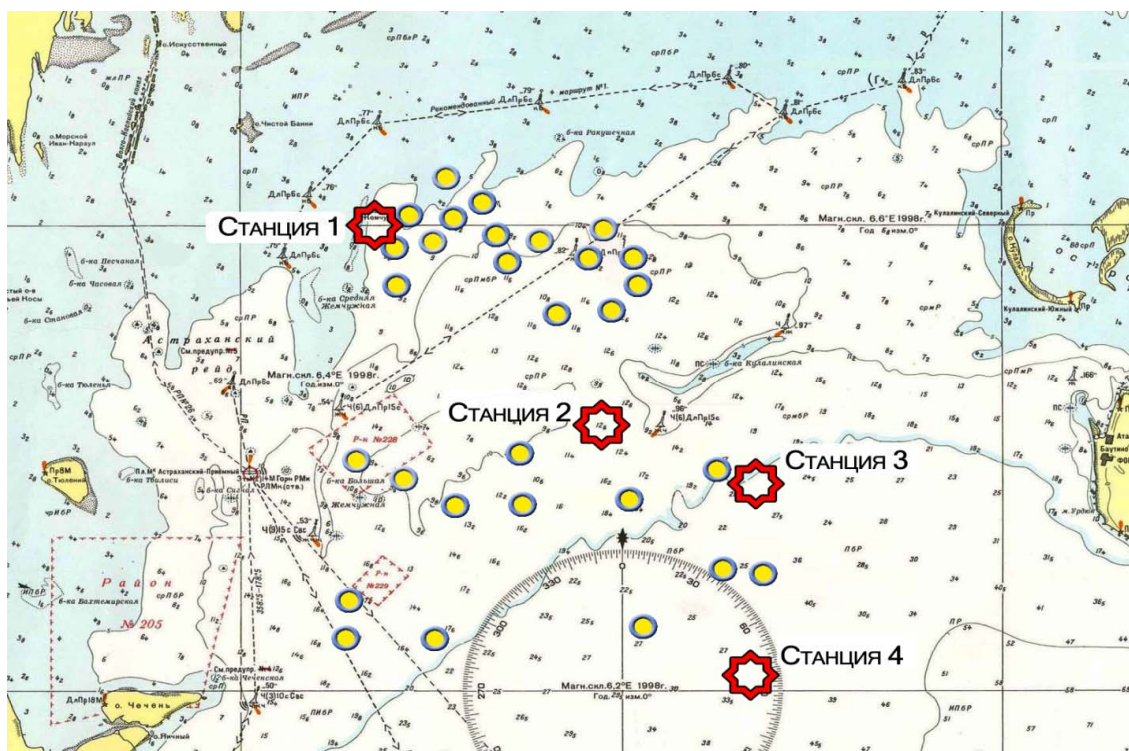


Рис.3. Расположение исследуемых станций в составе общей сети на лицензионном участке Северный ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» в Каспийском море  
Fig.3. The location of the stations under investigation as part of a common network in the licensed «Northern» area of «LUKOIL-Nizhnevolzhskneft» company in the Caspian Sea

Как показывает диаграмма, основу биомассы представляют макрофиты 63% и рыбы 32%. Моллюски и ракообразные в составе сообщества в целом занимают соответственно 4% и 1%.

Растительный компонент сообщества используется в экологических исследованиях, как индикатор загрязнения воды. Доминирование в растительном ценозе

красных водорослей, представленных полисифонией, свидетельствует об относительной чистоте воды. Доминирование зеленых водорослей (энтероморфа и кладофора) в воде говорит об избытке биогенных элементов. Подобная картина с вспышкой биомассы зеленых водорослей ежегодно летом наблюдается в Черном море (район Анапы), в пик антропогенной нагрузки [9].



Рис.4. Общий вид станции, установленной в Северном Каспии на глубине 6 м  
Fig.4. General view of the station installed in the Northern Caspian at a depth of 6 m

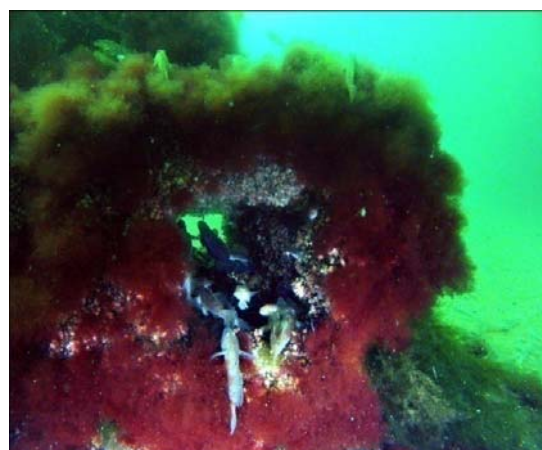


Рис.5. Скопление моллюсков и донных рыб во внутреннем объеме станции  
Fig.5. The cluster of mollusks and bottom fish in the internal volume of the station

Таблица 1

Биоразнообразие, биомасса и биологическая информативность ценоза донной станции, установленной на глубине 6 м

Table 1

Biodiversity, biomass and biological informativity of the cenosis of the bottom station, installed at a depth of 6 m

	Биоразнообразие Biodiversity	Биомасса, г/м <sup>2</sup> Biomass, g/m <sup>2</sup>	Полезная площадь биотопа в м <sup>2</sup> Useful square, m <sup>2</sup>	Общая биомасса на станции, г Total biomass on the bottom station, g	Биологическая информативность в баллах Ecological scores
1	<i>Polysiphonia</i>	300	29	8700	Индикатор эвтрофикации Eutrophication indicator
2	<i>Enteromorpha</i>	25	29	700	Индикатор эвтрофикации Eutrophication indicator
3	<i>Cladophora</i>	12	29	350	Индикатор эвтрофикации Eutrophication indicator
4	<i>Balanus improvisus</i>	5	28	140	Индикатор нефтяного загрязнения Indicator of oil pollution
5	<i>Mytilaster lineatus</i>	13	28	370	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
6	<i>Theodoxus pallasii</i>	2	28	50	Индикатор нефтяного загрязнения Indicator of oil pollution
7	<i>Neogobius melanostomus</i>	530	9	5000	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
8	<i>Niphargoides robustoides</i> <i>Niphargoides quadrimanus</i> <i>Niphargoides compressus</i>	0,2	9	18,6	Индикатор нефтяного загрязнения Indicator of oil pollution
	<b>Итого / Total</b>	<b>887,2</b>		<b>15200</b>	<b>8 баллов / 8 scores</b>

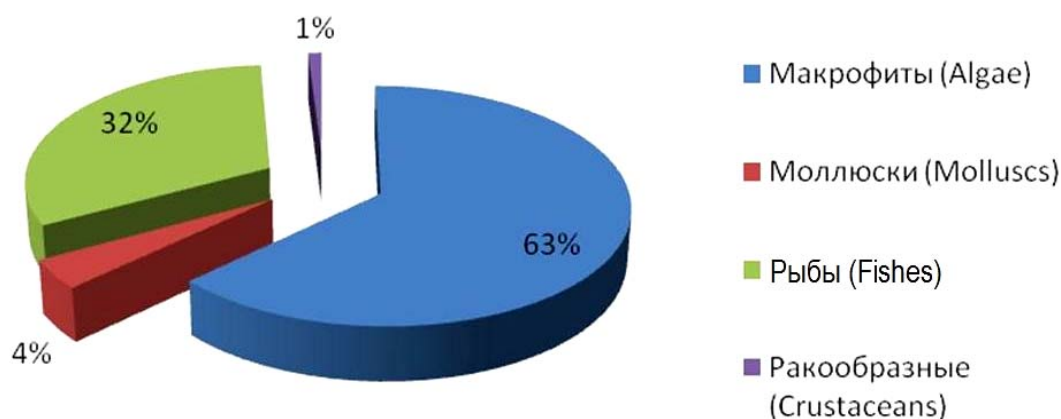


Рис.6. Структура сообщества на станции 1  
Fig.6. The structure of community at station 1

Животный компонент сообщества обрастателей моллюск *M. lineatus* является активным фильтратором и объектом накопления токсикантов в т.ч. и нефтяных углеводородов [10; 11]. Усоногий рак *B. improvisus* реагирует на присутствие нефтяного загрязнения своим количественным составом [12].

Бычки накапливают информацию о состоянии среды в своих внутренних органах, что на разных уровнях показывают физиологические исследования [13].

В целом информативность локальных сообществ донных станций на глубинах 5-8 м существенно выше (8 баллов), чем фоновые показатели (4 балла) (табл. 2), что позволяет достаточно объективно оценить состояние среды в районе наблюдений. Биомасса на 1 м<sup>2</sup> донной станции (887,2 г) выше фоновых показателей (13,24 г) в 67 раз.

Таблица 2  
Видовой состав, биомасса и информативность бентоса на фоновом участке станции 1  
Table 2

Species composition, biomass and informativity of benthos in the background area of the station 1

Виды / Species	Биомасса, г/м <sup>2</sup> Biomass, g/m <sup>2</sup>	Биологическая Информативность в баллах Ecological scores
<i>Stenogammarus similis</i>	0,6	Нет информации / No information
<i>Cerastoderma lamarki</i>	4,2,	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
<i>Balanus improvisus</i>	2,9	Индикатор нефтяного загрязнения Indicator of oil pollution
<i>Mytilaster lineatus</i>	3,16	Индикатор нефтяного загрязнения Indicator of oil pollution
<i>Nereis diversicolor</i>	0,08	Нет информации / No information
<i>Oligochaeta</i>	< 0,1	Нет информации / No information
<i>Rhithropanopeus harrissii</i>	2,2	Индикатор загрязнения Pollutants indicator
<b>Итого / Total</b>	<b>13,24</b>	<b>4 балла / 4 scores</b>

Следующий горизонт исследований лежит в диапазоне глубин от 10 до 15 м. В западных районах моря водная среда находится под воздействием струи волжского

стока Главного банка, авандельты. В центральном районе условия среды приближаются к морским. На востоке района условия типично морские. Донная станция 2 была

установлена в центральном районе Северного Каспия на глубине 12 м (рис. 3).

На 12-ти метровой изобате в центре и на востоке района условия среды в большей степени складываются под воздействием вод Среднего Каспия. Соленость воды 6-11‰. В придонных слоях воды периодически образуется термоклин. Волновая динамика на дне ниже, чем на мелководье. Прозрачность воды по диску Секки в пределах



**Рис.7. Скопление креветок внутри станции**  
**Fig.7. The accumulation of the shrimps inside the station**

Отбор, обработка и анализ проб осуществлялся по выше представленной методике, как и на станции 1. Пробы креветок отбирались из уловов ловушки. Пробы крабов отбирались водолазами. Данные исследований сведены в таблицу (табл. 3; рис. 9).

Общая биомасса сообщества станции 2 составляет 25 кг, что на 9,5 кг больше, чем на станции 1. Увеличение биоразнообразия и биомассы произошло за счет появления в растительном сообществе лауренсии и существенного увеличения в ценозе роли животных-обрастателей: баянуса и митилястра. Возросла численность рыб и появились креветки. В целом, информативность (13 баллов) и биомасса ценозов донных станций, установленных на глубинах 9-15 м увеличивается, что особенно видно на фоновых показателях бентоса (9 баллов) (табл. 4). Биомасса на 1 м<sup>2</sup> донной станции (1398,8 г) выше фоновых показателей (12,35 г) в 113,3 раза.

Донная станция 3 была установлена на 20 метровой изобате в 15 милях юго-восточнее станции 2 (рис. 3). Район установки станции характеризуется как типично

3-8 м. В составе грунтов преобладают фракции крупного песка, битой и целой ракушки.

Биоразнообразие локального ценоза станции в целом выше, чем на мелководье за счет появления в животном сообществе крабов и креветок (рис. 7). В составе подводной растительности среди красных водорослей появляется *Laurencia* – индикатор чистой воды (рис. 8).



**Рис.8. Заросли лауренсии на внешней стороне донной станции**  
**Fig.8. Laurencia thickets on the outside of the bottom station**

морской. В первой половине лета температура на дне находится в диапазоне 9-11°C. С августа и по октябрь температура возрастает до 14-15°C. В периоды сильных летних штормов, в результате перемешивания водных масс, термоклин размывается, и температура на дне может повышаться до 16-21°C. Соленость воды в пределах 12-12,5‰. Прозрачность по диску Секки 5-15 м. Грунты представлены ракушечными фракциями.

Биоразнообразие животной составляющей локального сообщества увеличилось за счет появления длиннопалых каспийских раков. Среди растений биоразнообразие снизилось за счет исчезновения зеленых водорослей кладофоры и энтероморфы (рис. 10). Существенно изменилась и биомасса отдельных представителей ценоза. Так, относительно низкие температуры способствовали уменьшению численности рыб [10]. На фоне ослабления ихтиофауны существенно возросла биомасса митилястра, который активно выедался рыбами. Возросла и биомасса баянуса в связи с уменьшением растительного компонента и освобождения полезных площадей субстрата (рис. 11).



**Таблица 3**  
**Биоразнообразие, биомасса и биологическая информативность сообщества донной станции, установленной в центральном районе на глубине 12 м**

**Table 3**

**Biodiversity, biomass and biological informativity of the community of the bottom station, installed in the central area at a depth of 12 m**

	<b>Биоразнообразие</b> Biodiversity	<b>Биомасса,</b> г/м <sup>2</sup> Biomass, g/m <sup>2</sup>	<b>Полезная площадь биотопа в м<sup>2</sup></b> Useful square, m <sup>2</sup>	<b>Общая биомасса на станции, г</b> Total biomass on the bottom station, g	<b>Биологическая информативность в баллах</b> Ecological scores
1	<i>Polysiphonia</i>	320	29	9300	Индикатор эвтрофикации Eutrophication indicator
2	<i>Enteromorpha</i>	14	29	400	Индикатор эвтрофикации Eutrophication indicator
3	<i>Cladophora</i>	4	29	110	Индикатор эвтрофикации Eutrophication indicator
4	<i>Laurensia</i>	180	29	5200	Индикатор эвтрофикации Eutrophication indicator
5	<i>Balanus improvisus</i>	40	28,3	1100	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
6	<i>Mytilaster lineatus</i>	36	28,3	1000	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
7	<i>Theodoxus pallasii</i>	5	28,3	140	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
8	<i>Neogobius melanostomus</i>	780	9,3	7200	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
9	<i>Niphargoides similis</i> <i>Niphargoides abbreviatus</i>	3	9,3	30	Индикатор загрязнения Pollutants indicator
10	<i>Palaemon elegans</i> <i>Palaemon adspersus</i>	16	28,3	450	Индикатор загрязнения Pollutants indicator
11	<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	0,8	5	4	Индикатор загрязнения Pollutants indicator
	<b>Всего / Total</b>	<b>1398,8</b>		<b>25000</b>	<b>13 баллов</b> 13 score



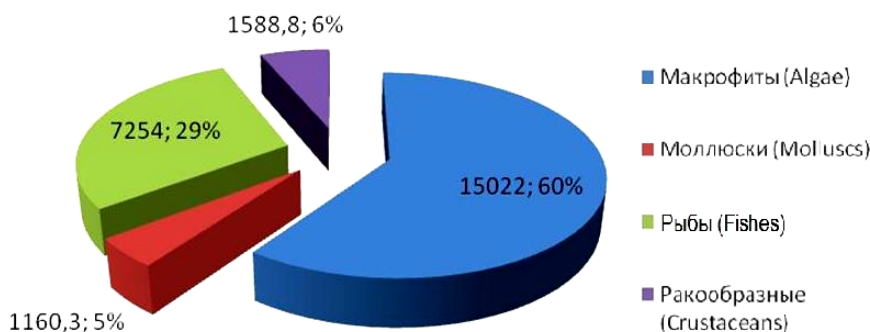


Рис.9. Структура сообщества на станции 2  
Fig.9. The structure of community at station 2

Таблица 4

Видовой состав, биомасса и информативность бентоса на фоновом участке станции 2

Table 4

Species composition, biomass and informativity of benthos in the background area of the station 2

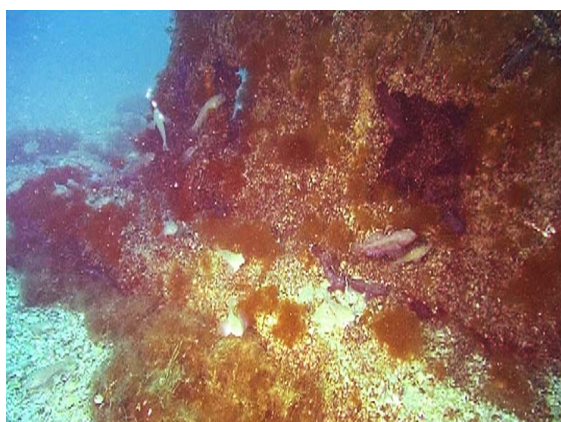
Виды / Species	Биомасса, г/м <sup>2</sup> Biomass, g/m <sup>2</sup>	Биологическая информативность в баллах Ecological scores
<i>Nereis diversicolor</i>	0,05	Нет информации / No information
<i>Mytilaster lineatus</i>	0,5	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
<i>Oligochaeta</i>	< 0,1	Нет информации / No information
<i>Stenogammarus similis</i>	0,06	Индикатор загрязнения Pollutants indicator
<i>Theodoxus pallasi</i>	0,9	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
<i>Didacna bardotdemarnyi</i>	8,5	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
<i>Balanus improvisus</i>	0,8	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
<i>Chaetogammarus ischnus</i>	< 0,1	Индикатор загрязнения Pollutants indicator
<i>Niphargoides compactus</i>	< 0,1	Индикатор загрязнения Pollutants indicator
<i>Cerastoderma lamarki</i>	1,2	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
<i>Rhithropanopeus harrissii</i>	0,04	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
<b>Итого / Total</b>	<b>12,35</b>	<b>9 баллов / 9 scores</b>

Отбор, обработка и анализ проб осуществлялся по выше представленной методике, как и на предыдущих станциях. Пробы креветок и рыб отбирались из уловов ловушки. Пробы раков и крабов отбирались водолазами. Данные исследований сведены в таблицу (табл. 5; рис. 12).

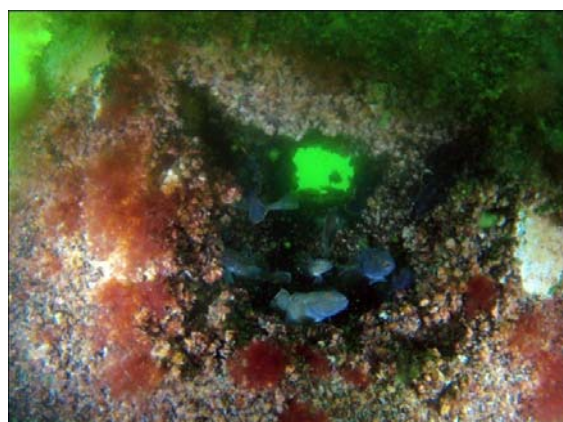
Общая биомасса сообщества станции 3 составляет 18 кг, что на 7 кг меньше чем предыдущая. Уменьшение биомассы произошло за счет обеднения растительного сообщества и выхода из ценоза зеленых водорослей. С другой стороны, освобождение субстрата от водорослей послужило увели-

чению биомассы животных-обрастателей. Снижение численности рыб стало толчком к

увеличению биомассы двустворок.



**Рис.10.** Макрофиты станции, представленные красными водорослями  
**Fig.10.** Macrophytes of the station, represented by red algae



**Рис.11.** Доминирование фауны в составе обрастаний станции  
**Fig.11.** Domination of fauna in the fouling of the station

Биоразнообразие, биомасса и биологическая информативность сообщества донной станции 3, установленной на юго-востоке района на глубине 20 м

Таблица 5

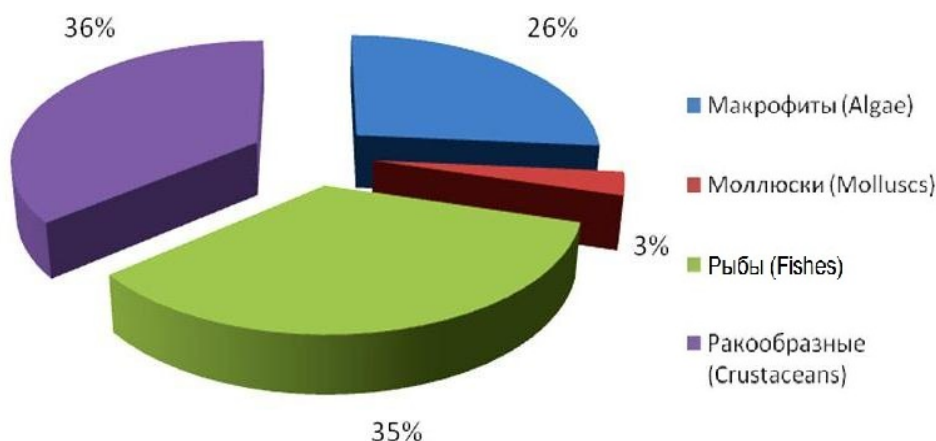
Table 5

Biodiversity, biomass and biological informativity of the community of the bottom station 3, installed in the central region at a depth of 20 m

№	Биоразнообразие Biodiversity	Биомасса, г/м <sup>2</sup> Biomass, g/m <sup>2</sup>	Полезная площадь биотопа в м <sup>2</sup> Useful square, m <sup>2</sup>	Общая биомасса на станции, г Total biomass on the bottom station, g	Биологическая информативность в баллах Ecological scores
1	<i>Polysiphonia</i>	110	29	3200	Индикатор эвтрофикации Eutrophication indicator
2	<i>Laurensia</i>	55	29	1600	Индикатор эвтрофикации Eutrophication indicator
3	<i>Balanus improvisus</i>	175	29	5100	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
4	<i>Mytilaster lineatus</i>	190	28,3	5400	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
5	<i>Theodoxus pallasii</i>	40	28,3	1100	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
6	<i>Neogobius melanostomus</i>	60	9,3	560	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
7	<i>Corophium sp.</i> <i>Dikerogammarus sp.</i> <i>Chaetogammarus sp.</i>	9	9,3	80	Индикатор загрязнения Pollutants indicator
8	<i>Palaemon elegans</i> <i>Palaemon adspersus</i>	25	29	70	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator



9	<i>Rhithropanopeus harrisii</i>	0,6	9,3	6	Индикатор загрязнения Pollutants indicator
10	<i>Caspiastacus eichvaldi</i>	85	4,3	360	Индикатор благополучия среды Ecological well-being indicator
	<b>Всего / Total:</b>	<b>749,6</b>		<b>18000</b>	<b>13 баллов</b> 13 scores



**Рис.12. Структура сообщества на станции 3**  
**Fig.12. The structure of community at station 3**

В целом специфика условий окружающей среды на глубине 20 м способствует существенному увеличению в локальном ценозе станций биомассы фауны обрастаний. Являясь активными фильтраторами, воды они усиливают функцию самоочищения окружающей среды и представляют станцию в большей степени как природный биофильтр моря [3].

Информативность ценозов донных станций, установленных на глубинах 18-20 м, по сравнению с предыдущими, практически не теряет своей ценности (13 баллов) и значительно выше фоновой (5 баллов). На фоне исчезновения одних видов индикаторов появляются новые, что в целом позволяет получать разнообразный достоверный биологический материал для мониторинга. Биомасса на 1 м<sup>2</sup> донной станции (749,6 г) выше фоновых показателей (163,8 г) в 5,5 раза (табл. 6).

Донная станция 4 была установлена на 30 метровой глубине в 17 милях южнее станции 3 (рис. 3). Район установки станции

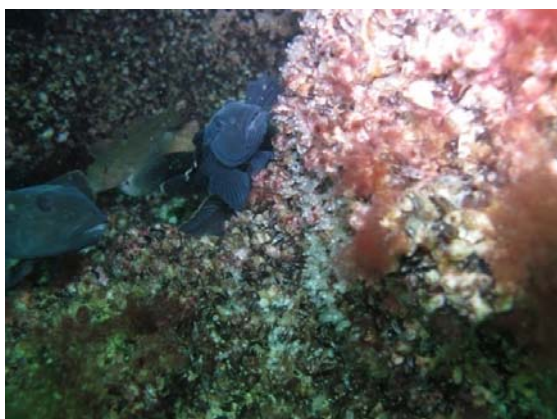
характеризуется как типично морской. В первой половине лета температура на дне находится в диапазоне 9-11°C. С августа и по октябрь температура возрастает до 12-13°C. В периоды сильного волнения, в результате перемешивания водных масс, термоклин, частично, размывается и температура на дне может повышаться до 14°C. Соленость воды в пределах 12-12,5‰. Прозрачность по диску Секки 5-16 м. Грунты преимущественно состоят из ракушечных фракций. Локальный ценоз станции представлен растительно-животным сообществом, состоящим из двух видов макрофитов и четырнадцати видов фауны. Общий вид ландшафта обрастаний на рисунке (рис. 13). Биоразнообразие здесь существенно увеличилось за счет появления в ценозе крупных гаммарид, мизид и толстопалых касийских раков. Кроме того, у подножья вокруг станции в большом количестве расселились крупные двустворки дидакны и кардиум, активные фильтраторы и аккумуляторы токсикантов (рис. 14).

Таблица 6  
Table 6

Видовой состав, биомасса и информативность бентоса на фоновом участке станции 3

**Species composition, biomass and informativity of benthos in the background area of the station 3**

Виды / Species	Биомасса, г/м <sup>2</sup> Biomass, g/m <sup>2</sup>	Биологическая информативность в баллах Ecological scores
<i>Didacna bardotdemarnyi</i>	84	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
<i>Mytalaster lineatus</i>	54	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
<i>Theodoxus pallasi</i>	4,2	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
<i>Cerastoderma lamarcki</i>	2,2	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
<i>Chaetogammarus ischnus</i>	12	Нет информации No information
<i>Corophium nobile</i>	0,4	Нет информации No information
<i>Balanus improvisus</i>	2	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
<i>Nereis diversicolor</i>	5	Нет информации No information
<b>Всего / Total</b>	<b>163,8</b>	<b>5 баллов</b> 5 scores



**Рис.13.** Вид сообщества обрастателей станции на глубине 30 м  
**Fig.13.** Type of fouling community of the station at a depth of 30 m



**Рис.14.** Двустворчатые моллюски дидакны у основания станции  
**Fig.14.** Bivalve mollusks didacna at the base of the station

Отбор, обработка и анализ проб осуществлялся по выше представленной методике, как и на предыдущих станциях. Пробы креветок, рыб отбирались из уловов

ловушки. Пробы раков, крабов, гаммарид, мизид, дидакны и кардиума отбирались водлазами. Данные исследований сведены в таблицу (табл. 7; рис. 15).



Таблица 7

Биоразнообразие, биомасса и биологическая информативность сообщества донной станции, установленной на юго-востоке района на глубине 30 м

Table 7

Biodiversity, biomass and biological informativity of the community of the bottom station, installed in the southeast of the area at a depth of 30 m

	Биоразнообразие Biodiversity	Биомасса, г/м <sup>2</sup> Biomass, g/m <sup>2</sup>	Полезная площадь биотопа в м <sup>2</sup> Useful square, m <sup>2</sup>	Общая биомасса на станции, г Total biomass on the bottom station, g	Биологическая информативность в баллах Ecological scores
1	<i>Polysiphonia</i>	14	29	400	Индикатор эвтрофикации Eutrophication indicator
2	<i>Laurensia</i>	23	29	670	Индикатор эвтрофикации Eutrophication indicator
3	<i>Balanus improvisus</i>	250	29	7200	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
4	<i>Mytilaster lineatus</i>	263	29	7600	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
5	<i>Theodoxus pallasii</i>	9	29	260	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
6	<i>Neogobius melanostomus</i>	25	9,3	230	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
7	<i>Corophium sp. Dikerogammarus sp. Chaetogammarus sp. Stenogammarus sp.</i>	17	9,3	1100	Нет информации No information
8	<i>Palaeomon elegas Palaeomon adpersus</i>	12	28.3	340	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
9	<i>Rhithropanopeus harrisii</i>	0,4	9,3	4	Индикатор загрязнения Pollutants indicator
10	<i>Caspiastacus eichwaldi</i>	70	4,3	300	Индикатор чистой воды Ecological well-being indicator
11	<i>Pontastacus pach- ypus</i>	35	4,3	150	Индикатор чистой воды Ecological well-being indicator
12	<i>Didacna barbotdemarnyi</i>	195	12	2340	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
13	<i>Cerastoderma lamarcki</i>	35	12	420	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
	<b>Всего / Total</b>	<b>948,4</b>		<b>20000</b>	<b>13 баллов / 13 scores</b>

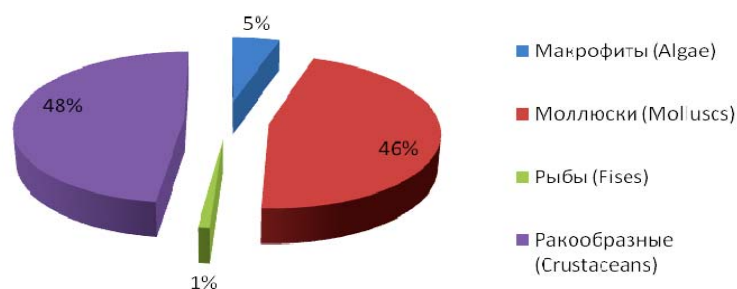


Рис.15. Структура сообщества на станции 4  
Fig.15. The structure of community at station 4

Общая биомасса сообщества станции 4 составляет 20 кг, что на 2 кг больше, чем предыдущая. Увеличение биомассы произошло за счет расширения спектра био-разнообразия и количества фауны обрастающих. Отложения детрита вокруг станции способствовали скоплению крупных двустворок, таких как дидакна и кардиум. Внутренний объем станции послужил убежищем для мизид и каспийских раков.

Специфика условий окружающей среды на глубине 30 м способствует существенному увеличению в локальном ценозе, как биомассы животных обрастателей, так и сопутствующей фауны холодолюбивых видов: мизид, амфипод и каспийских раков. Кроме того, отсутствие сильной волновой динамики способствует отложениям детрита вокруг станции, что дает толчок к развитию скоплений крупных двустворок. Большая часть фауны локального ценоза представлена активными фильтраторами воды, что усиливает функцию самоочистки окружающей среды и в наибольшей степени раскры-

вает функциональность станции, как природного биофильтра моря [14].

Информативность ценозов донных станций, установленных на глубинах 25-30 м не изменяется и составляет 13 баллов. Однако, существует возможность возврата потерянных с глубиной представителей ценоза путем увеличения длины пелагических модулей станции с 4-х до 15 метров, что создаст биотопы в верхних слоях воды, где условия освещенности и температуры будет способствовать развитию растительного комплекса и сопутствующей ему фауны. В свою очередь, увеличение длины пелагических модулей более чем в 3 раза, существенно увеличит общую биомассу сообщества обрастателей, продукты жизнедеятельности которой, опускаясь на дно, создадут богатое детритное поле вокруг донной станции, что будет способствовать развитию бентоса. Биомасса сообщества на 1 м<sup>2</sup> донной станции (948,4 г), что выше фоновых показателей (150 г) в 6,3 раза, информативность в 3 раза выше фоновой (4 балла) (табл. 8).

Таблица 8

Видовой состав, биомасса и информативность бентоса на фоновом участке станции 4

Table 8

Species composition, biomass and informativity of benthos in the background area of the station 4

Виды / Species	Биомасса, г/м <sup>2</sup> Biomass, g/m <sup>2</sup>	Биологическая Информативность в баллах Ecological scores
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	3,7	Нет информации / No information
<i>Corophium chelicorne</i>	7,3	Нет информации / No information
<i>Gammarus ischnus</i>	0,2	Нет информации / No information
<i>Amathillina cristata</i> <i>Gammarus placidus</i>	1,1 < 0,1	Нет информации / No information
<i>Stenogammarus similis</i>	0,1	Нет информации / No information
<i>Pseudocuma cercaroides</i>	< 0,1	Нет информации / No information
<i>Balanus improvisus</i>	64,6	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator



<i>Mytilaster lineatus</i>	63	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
<i>Didacna bardotdemarnyi</i>	4,7	Объект накопления токсикантов Pollutants accumulator
<i>Theodoxus pallasi</i>	2	Индикатор нефтяного загрязнения Oil pollution indicator
<i>Oligochaeta</i>	0,2	Нет информации / No information
<i>Nereis diversicolor</i>	9,4	Нет информации / No information
<b>Итого / Total</b>	<b>150</b>	<b>4 балла / 4 scores</b>

Сравнительные показатели видового разнообразия, биомассы и информативности исследуемых сообществ представлены в таблице 9.

Таблица 9

Видовое разнообразие, биомасса и информативность исследуемых сообществ

Table 9

Species composition, biomass and informativity of research communities

Станции наблюдений Stations	Биоразнообразие видов Number of species		Биомасса сообщества гр. на 1 м <sup>2</sup> Biomass, g/m <sup>2</sup>		Информативность сообществ в баллах Ecological scores		Общая биомасса сообщества донной станции в гр. Total biomass on the bottom station, g
	Донная станция Bottom station	Фоновый участок Background area	Донная станция Bottom station	Фоновый участок Background area	Донная станция Bottom station	Фоновый участок Background area	
Станция 1 (глубина 6 м) Station 1 (depth 6 м)	10	7	887,2	13,24	8	4	15200
Станция 2 (глубина 12 м) Station 2 (depth 12 м)	13	11	1398,8	12,35	13	9	25000
Станция 3 (глубина 20 м) Station 3 (depth 20 м)	13	8	749,6	163,8	13	5	18000
Станция 4 (глубина 30 м) Station 4 (depth 30 м)	17	13	948,4	150,0	13	4	20000

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что на всех исследуемых глубинах донные станции способствуют бурному развитию локальных ценозов отличающихся от окружающих сообществ большей биомассой и биоразнообразием. Качественный и количественный состав ценозов биостанций существенно меняется на

Северо-Каспийском шельфе в зависимости от глубины и характеристик окружающей среды.

Зона наибольшего развития растительного комплекса обрастаний отмечается на станциях, установленных на глубинах 6-8 м. На глубинах 10-15 метров условия среды способствуют образованию на конструкциях



станции наибольшей общей биомассы сообщества. Бурное развитие фильтраторов в локальном ценозе биостанции, способствующих самоочищению моря, отмечается на глубинах 25-30 м. Локальное сообщество на

глубинах 25-30 м также характеризуются наибольшим биоразнообразием и наибольшей информативностью для мониторинговых исследований и оценки состояния морской среды.

**Благодарность:** Работа выполнена в рамках государственного задания ФАНО России (тема № 0149-2018-0015).

**Acknowledgment:** This research was performed in the framework of the state assignment of FASO Russia (theme No. 0149-2018-0015).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ушивцев В.Б., Водовский Н.Б., Галактионова М.Л., Курапов А.А., Монахов С.К. Экологические и экономические предпосылки к созданию на акватории Северного Каспия искусственных рифовых зон // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2008. № 5. С. 78-83.
2. Ушивцев В.Б., Водовский Н.Б., Ермаков Д.И., Галактионова М.Л., Ушивцев В.В., Востоков С.В., Курапов А.А., Котеньков С.А. Искусственные рифы и проблема сохранения биологического разнообразия Северного Каспия // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2009. № 9. С. 72-76.
3. Водовский Н.Б., Ушивцев В.Б., Котеньков С.А. Сохранение биоразнообразия, усиление продуктивности и резистентности к загрязнению биоты Каспийского моря путем формирования локальных экосистем // Сб. тр. Международной научно-практической конференции «Проблемы управления экологическим состоянием территории каспийского бассейна», Актау, 23 октября 2009. С. 75-78.
4. Ушивцев В.Б., Колмыков Е.В. Совершенствование методов оценки состояния среды и биоты на лицензионных участках ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» в Каспийском море // Тренды, события, рынки. 2015. № 4(99) апрель. 8 с.
5. Ушивцев В.Б., Колмыков Е.В., Водовский Н.Б., Галактионова М.Л. Система экологического мониторинга с использованием донных станций // Материалы международной научно-практической конференции «Обеспечение гидрометеорологической и экологической безопасности морской деятельности», Астрахань, 16-17 октября, 2015. С.92-94.
6. Курапов А.А., Ушивцев В.Б., Водовский Н.Б., Колмыков Е.В. Обоснование использования стационарных донных станций для мониторинга состояния и загрязнения морской среды и биоты Северного Каспия // Труды Каспийского филиала ИО РАН. 2016, Вып. 1. «Окружающая среда и экосистема Каспийского моря». С. 248-260.
7. Гасанджиева А.Г., Абдурахманов Г.М., Ушивцев В.Б., Ахмедова Г.А. Роль и место искусственных рифовых конструкций в сохранении биологического разнообразия и обогащения экосистем Каспийского моря // Материалы и доклады международной научно-практической конференции «Сохранение биологических ресурсов Каспия». Астрахань, 18-19 сентября, 2014. С. 154-159.
8. Курапов А.А., Абдурахманов Г.М., Ушивцев В.Б., Ермаков Д.И., Водовский Н.Б., Ахмедова Г.А., Гасанджиева А.Г. Оценка состояния донных сообществ на искусственных рифовых конструкциях в районе свала глубин Северного и Среднего Каспия // Юг России: экология, развитие. 2012. Т. 7. № 1. С. 37-43. doi: 10.18470/1992-1098-2012-1-37-43
9. Блинова Е.И., Сабурин М.Ю. Штормовые выбросы макрофитов. Условия формирования и влияние на экологическое состояние моря (на примере Анапской бухты, Черное море) // Труды ВНИРО. 2005. Т. 144. С. 286-293.
10. Ушивцев В.Б., Водовский Н.Б. Фам Ван Хуен, Осадчая Т.С., Миронов О.Г. Локальные биоценозы искусственных субстратов в Каспийском море // Сборник III Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы природных урбанизированных территорий». 20-21 мая 2010, Астрахань. С. 112-118.
11. Ушивцев В.Б., Водовский Н.Б., Гераскин П.П., Галактионова М.Л., Курапов А.А., Колмыков Е.В., Ушивцев В.В. Природоподобная биотехнология развития функциональности водных экосистем Каспийского моря // Сборник статей научно-практической конференции с международным участием «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2017». Севастополь, 11-15 сентября, 2017. С. 1410-1411.
12. Vazquez-Duhalt R., Marquez-Rocha F., Ponce Rivas E., Licea A.F., Viana M.T. Nonylphenol, an integrated vision of a pollutant // Applied Ecology and Environmental Research. 2005. V. 4. Iss. 1. P. 1-25.
13. Галактионова М.Л. Перекисное окисление липидов как индикатор уровня воздействия загрязнений морских вод на рыб // Вестник Атырауского института нефти и газа. 2016. Т. 38. Вып. 2. С. 35-41.
14. Ушивцев В.Б. Искусственное формирование донных биоценозов с целью усиления устойчивости морской биоты к загрязнениям // В кн. Подводные технологии и средства освоения мирового океана. М.: Издательский Дом «Оружие и технологии». 2011. С. 772-779.





## REFERENCES

1. Ushivtsev V.B., Vodovsky N.B., Galaktionova M.L., Kurapov A.A., Monakhov S.K. Ecological and economic prerequisites for the creation of artificial reef zones in the North Caspian. *Zashchita okruzhayushchei sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental protection in oil and gas complex]. 2008, no. 5, pp. 78-83. (In Russian)
2. Ushivtsev V.B., Vodovsky N.B., Ermakov D.I., Galaktionova M.L., Ushivtsev V.V., Vostokov S.V., Kurapov A.A., Kotenkov S.A. Artificial reefs and the problem of biological diversity in the North Caspy conservation. *Zashchita okruzhayushchei sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental protection in oil and gas complex]. 2009. no. 9, pp. 72-76. (In Russian)
3. Vodovskii N.B., Ushivtsev V.B., Koten'kov S.A. Sokhranenie bioraznoobraziya, usilenie produktivnosti i rezistentnosti k zagryazneniyu bioty Kaspiiskogo morya putem formirovaniya lokal'nykh ekosistem [Conservation of biodiversity, increased productivity and resistance to pollution of the biota of the Caspian Sea through the formation of local ecosystems]. *Sbornik trudov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Problemy upravleniya ekologicheskimi sostoyaniem territorii kaspiiskogo basseina», Aktau, 23 oktyabrya 2009* [Collection of Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Problems of Environmental Management of the Territory of the Caspian Basin", Aktau, 23 October 2009]. Aktau, 2009, pp. 75-78. (In Russian)
4. Ushivtsev V.B., Kolmykov E.V. Improvement of methods for assessing the state of the environment and biota in licensed areas of OOO "LUKOIL-Nizhnevolzhskneft" in the Caspian Sea. *Trendy, sobytiya, rynki* [Trends, events, markets]. 2015, no. 4 (99), April. 8 p. (In Russian)
5. Ushivtsev V.B., Kolmykov E.V., Vodovskii N.B., Galaktionova M.L. Sistema ekologicheskogo monitoringa s ispol'zovaniem donnykh stantsii [System of Ecological monitoring with using of bottom stations]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Obespechenie gidrometeorologicheskoi i ekologicheskoi bezopasnosti morskoi deyatel'nosti», Astrakhan', 16-17 oktyabrya 2015* [Proceedings of International Scientific and Practical Conference "Provision of hydrometeorological and ecological safety of marine activities", Astrakhan, 16-17 October 2015]. Astrakhan, 2015, pp. 92-94. (In Russian)
6. Kurapov A.A., Ushivtsev V.B., Vodovskii N.B., Kolmykov E.V. Substantiation of the use of stationary bottom stations for monitoring the state and pollution of the marine environment and biota of the Northern Caspian. *Trudy Kaspiiskogo filiala IO RAN* [Proceedings of the Caspian Branch of the IO RAS]. 2016, iss. 1, pp. 248-260. (In Russian)
7. Gasandzhieva A.G., Abdurakhmanov G.M., Ushivtsev V.B., Akhmedova G.A. Rol' i mesto iskusstvennykh rifovykh konstruksii v sokhraneni biologicheskogo raznoobraziya i obogashcheniya ekosistem Kaspiiskogo morya [The role and place of artificial reef structures in preserving biological diversity and enriching of the ecosystems of the Caspian Sea]. *Materialy i doklady mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sokhranenie biologicheskikh resursov Kaspiya», Astrakhan', 18-19 sentyabrya 2014* [Proceedings and reports of the international scientific-practical conference "Conservation of the biological resources of the Caspian Sea", Astrakhan, 18-19 September, 2014]. Astrakhan, 2014, pp. 154-159. (In Russian)
8. Kurapov A.A., Abdurakhmanov G.M., Ushivtsev V.B., Ermakov D.I., Vodovskii N.B., Akhmedova G.A., Gasangadzhieva A.G. Assessment of the state of bottom communities on the artificial reef structures in the area of the drop-off the depths of the Northern and Middle Caspian sea. *South of Russia: ecology, development*, 2012, vol. 7, no. 1. pp. 37-43. (In Russian) doi: 10.18470/1992-1098-2012-1-37-43
9. Blinova E.I., Saburin M.Yu. Storm emissions of macrophytes. Formation conditions and impact on the ecological state of the sea (by the example of Anapskaya Bay, the Black Sea). *Trudy VNIRO* [Proceedings of RRIFO]. 2005, vol. 144, pp. 286-293. (In Russian)
10. Ushivtsev V.B., Vodovskii N.B., Fam Van Khuen, Osadchaya T.S., Mironov O.G. Lokal'nye biotsenozy iskusstvennykh substratov v Kaspiiskom more [Local biocenoses of artificial substrates in the Caspian Sea]. *Sbornik III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Ekologicheskie problemy prirodnykh urbanizirovannykh territorii», Astrakhan, 20-21 maya 2010* [Collection of the III International Scientific and Practical Conference "Ecological Problems of Natural Urbanized Territories", Astrakhan, 20-21 May 2010]. Astrakhan, 2010, pp. 112-118. (In Russian)
11. Ushivtsev V.B., Vodovskii N.B., Geraskin P.P., Galaktionova M.L., Kurapov A.A., Kolmykov E.V., Ushivtsev V.V. Prirodopodobnaya biotekhnologiya razvitiya funktsional'nosti vodnykh ekosistem Kaspiiskogo morya [Nature-like biotechnology for the development of the functionality of the aquatic ecosystem of the Caspian Sea]. *Sbornik statei nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Ekologicheskaya, promyshlennaya i energeticheskaya bezopasnost' – 2017», Sevastopol', 11–15 sentyabrya 2017* [Collection of articles of the scientific-practical conference with international participation "Environmental, Industrial and Energy Security - 2017", Sevastopol, 11–15 September 2017]. Sevastopol, 2017, pp. 1410-1411. (In Russian)
12. Vazquez-Duhalt R., Marquez-Rocha F., Ponce Rivas E., Licea A.F., Viana M.T. Nonylphenol, an integrated vision of a pollutant. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2005, vol. 4, iss. 1, pp. 1-25.
13. Galaktionova M.L. Peroxide oxidation of lipids as an indicator of the level of exposure to sea water pollution on fish. *Vestnik Atyrausskogo instituta nefi i gaza* [Bulletin of Atyrausky Institute of Oil and Gas]. 2016,



vol. 38, iss. 2, pp. 35-41. (In Russian)

14. Ushivtsev V.B. Artificial formation of bottom biocenoses with the aim of enhancing the resistance of marine biota to pollution. In: *Podvodnye tekhnologii i*

*sredstva osvoeniya mirovogo okeana* [Underwater technologies and means of development of the world ocean]. Moscow, "Arms and Technologies" Publ., 2011, pp. 772-779. (In Russian)

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

##### Принадлежность к организации

**Владимир Б. Ушивцев\*** – к.б.н., директор Каспийского филиала ФГБУН «Институт океанологии имени П.П. Ширшова» РАН, (+78512) 544559; ул. Савушкина, 6 корп. 27, г. Астрахань, 414056; Россия, e-mail: caspy@bk.ru

**Сергей В. Востоков** – научный сотрудник лаборатории геодинамики, георесурсов и геоэкологии ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова» РАН, г. Москва, Россия, e-mail: vostokov\_s@mail.ru

**Никита Б. Водовский** – научный сотрудник Каспийского филиала ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова» РАН; г. Астрахань, Россия, e-mail: vodovsky@rambler.ru

**Майя Л. Галактионова** – научный сотрудник Каспийского филиала ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова» РАН; г. Астрахань, Россия, e-mail: caspy@bk.ru

**Гульнара А. Ахмедова** – к.г.н., доцент кафедры рекреационной географии Института экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета, г. Махачкала, Россия, e-mail: a\_gula@rambler.ru

##### Критерии авторства

Владимир Б. Ушивцев написал рукопись, обработал статистические данные; Никита Б. Водовский обработал пробы воды и донных отложений, обработал статистические данные, обработал статистический материал, написал рукопись; Майя Л. Галактионова обработала пробы воды и донных отложений, написала рукопись, принимала участие в обсуждении результатов; Сергей В. Востоков принимал участие в обработке данных и оформлении материалов; Гульнара А. Ахмедова принимала участие в обработке данных и оформлении материалов. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других неэтических проблем.

##### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 04.05.2018  
Принята в печать 18.06.2018

#### AUTHORS INFORMATION

##### Affiliation

**Vladimir B. Ushivtsev\*** – Candidate of Biological Sciences, Director at the Caspian Branch of the Federal Publicly Funded Institution of Science "The Institute of Oceanology named after P.P. Shirshov", Russian Academy of Sciences, Savushkina st., 6 bldg. 27, Astrakhan, 414056 Russia, e-mail: caspy@bk.ru

**Sergey V. Vostokov** – Candidate of Biological Sciences, Research Fellow of the Laboratory of Geodynamics, Georesources and Geoecology at the Federal Publicly Funded Institution of Science "The Institute of Oceanology named after P.P. Shirshov", Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, e-mail: vostokov\_s@mail.ru

**Nikita B. Vodovsky** – Research Fellow at the Caspian Branch of the Federal Publicly Funded Institution of Science "The Institute of Oceanology named after P.P. Shirshov", Russian Academy of Sciences, Astrakhan, Russia, e-mail: vodovsky@rambler.ru

**Maya L. Galaktionova** – Research Fellow at the Caspian Branch of the Federal Publicly Funded Institution of Science "The Institute of Oceanology named after P.P. Shirshov", Russian Academy of Sciences, Astrakhan, Russia, e-mail: caspy@bk.ru

**Gulnara A. Akhmedova** – Candidate of Geographic Sciences, Associate Professor of the Department of Recreation Geography and Sustainable Development of the Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University, Makhachkala, Russia, e-mail: a\_gula@rambler.ru

##### Contribution

Vladimir B. Ushivtsev wrote the manuscript and analyzed statistical data; Nikita B. Vodovsky conducted an analysis on the samples of water and bottom sediments, analyzed statistical data, transformed statistical materials into graphic, wrote the manuscript; Maya L. Galaktionova conducted an analysis on the samples of water and bottom sediments, wrote the manuscript and participated in the discussion on the findings; Sergey V. Vostokov participated in conducting the analysis of data and design of the materials; Gulnara A. Akhmedova participated in conducting the analysis of data and design of the materials. All authors are equally responsible for avoiding the plagiarism, self-plagiarism or any other unethical issues.

##### Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests.

Received 04.05.2018  
Accepted for publication 18.06.2018