

Оригинальная статья / Original article  
УДК 595.384.16:639.281.7.(262.18)  
DOI: 10.18470/1992-1098-2021-4-8-17

## Состояние популяций раков (*Astacidae*) восточного побережья Каспийского моря

Владимир Б. Ушивцев<sup>1</sup>, Майя Л. Галактионова<sup>1</sup>, Сергей А. Котеньков<sup>1</sup>,  
Татьяна А. Сеницына<sup>1</sup>, Гульнара А. Ахмедова<sup>2</sup>, Мехди Годрати Шозаи<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

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

<sup>3</sup>Университет Тарбират Модарес, Ноор, Иран

### Контактное лицо

Владимир Б. Ушивцев, кандидат биологических наук, директор Каспийского филиала ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова» РАН; 414056 Россия, г. Астрахань, ул. Савушкина, б, корп. 27.

Тел. +78512544559

Email [caspy@bk.ru](mailto:caspy@bk.ru)

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4305-6111>

### Формат цитирования

Ушивцев В.Б., Галактионова М.Л., Котеньков С.А., Сеницына Т.А., Ахмедова Г.А., Мехди Годрати Шозаи. Состояние популяций раков (*Astacidae*) восточного побережья Каспийского моря // Юг России: экология, развитие. 2021. Т.16, N 4. С. 8-17. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-4-8-17

Получена 16 сентября 2020 г.

Прошла рецензирование 8 февраля 2021 г.

Принята 21 июня 2021 г.

### Резюме

**Цель** работы – изучение распространения и запасов раков на восточном шельфе Каспийского моря в местах их массового обитания.

**Материал и методы.** Исследования проведены весной-летом 2019 г. Сбор материала осуществляли легководолазы методом маршрутного учета на трансектах площадью 100м<sup>2</sup>. Собранных раков определяли до вида, измеряли, взвешивали, оценивали плодовитость. Расчет численности осуществляли на основе оценки плотности скоплений на маршрутах (экз./м<sup>2</sup>) с дальнейшим пересчетом на площади биотопов, которые определяли с помощью данных космического мониторинга Каспийского моря. Оценку запасов проводили на основе размерно-весовых характеристик собранных особей.

**Результаты.** На обследованном участке обитают два вида астацид: *Pontastacus eichwald* Bott – длиннопалый рак, и *Caspiastacus pachypus* Rathke – толстопалый рак. По сравнению с архивными данными 70-90-х годов прошлого столетия произошли изменения. Расширилась площадь ареала и увеличилась численность *C. pachypus*. Снизилась плодовитость как *C. pachypus*, так и *P. eichwald*.

**Заключение.** Запасы раков на обследованном участке имеют промысловое значение. Использование данных космических съемок существенно повышает объективность исследований.

### Ключевые слова

Каспийское море, восточное побережье, раки, распространение, видовой состав популяций, особенности биологии видов, промысловая и хозяйственная ценность запасов, допустимые объемы вылова.

# Status of Crayfish Populations (*Astacidae*) on the Eastern Coast of the Caspian Sea

Vladimir B. Ushivtsev<sup>1</sup>, Maya L. Galaktionova<sup>1</sup>, Sergey A. Kotenkov<sup>1</sup>, Tatyana A. Sinitsyna<sup>1</sup>, Gulnara A. Akhmedova<sup>2</sup> and Mehdi Ghodrati Shojaei<sup>3</sup>

<sup>1</sup>P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow, Russia

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

<sup>3</sup>Tarbiat Modares University, Noor, Iran

## Principal contact

Vladimir B. Ushivtsev, Candidate of Biological Sciences, Director, Caspian Branch, P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences; bldg. 27, 6 Savushkina St, Astrakhan, Russia 414056.

Tel. +78512544559

Email [caspy@bk.ru](mailto:caspy@bk.ru)

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4305-6111>

## How to cite this article

Ushivtsev V.B., Galaktionova M.L., Kotenkov S.A., Sinitsyna T.A., Akhmedova G.A., Mehdi Ghodrati Shojaei. Status of Crayfish Populations (*Astacidae*) on the Eastern Coast of the Caspian Sea. *South of Russia: ecology, development*. 2021, vol. 16, no. 4, pp. 8-17. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2021-4-8-17

Received 16 September 2020

Revised 8 February 2021

Accepted 21 June 2021

## Abstract

**Aim.** This work aims to study the distribution and stocks of crayfish on the eastern shelf of the Caspian Sea at places where they mostly habitat.

**Material and Methods.** The studies were implemented in the spring and summer of 2019. The material was collected by scuba divers surveying routes of transects 100 m<sup>2</sup> in area. Collected crayfish were identified at species level, measured, weighed and their fertility was evaluated. Their abundance was calculated by estimating the aggregation density along the routes (ind./m<sup>2</sup>), with subsequent recalculation for the biotope areas, which were identified using data from the Caspian Sea satellite monitoring. The stocks were estimated according to the size and weight characteristics of collected individuals.

**Results.** Two astacid species inhabit the surveyed area: *Pontastacus eichwald* Bott – long-clawed crayfish and *Caspiastacus pachypus* Rathke – thick-clawed crayfish. Certain changes have occurred compared with archival data of the 1970s-1990s. The range area has expanded and the abundance of *C. pachypus* has increased. The fertility of both *C. pachypus* and *P. eichwald* has reduced.

**Conclusion.** The crayfish stocks in the surveyed area are of commercial importance. The application of satellite survey data greatly increases the objectivity of research.

## Key Words

Caspian Sea, eastern coast, crayfish, distribution, species composition of populations, features of species biology, commercial and economic value of stocks, total allowable catch.

**ВВЕДЕНИЕ**

В современном Каспии на всем его протяжении на западном и восточном шельфе на многих банках открытых частей моря можно встретить раков [1-5]. На восточном шельфе Среднего и Южного Каспия их скопления пригодны для промышленной эксплуатации [6-12]. В море обитают два вида раков: *Pontastacus eichwald* Bott – длиннопалые раки, и *Caspiastacus pachypus* Rathke – толстопалые раки [3; 12; 13]. В период последнего подъема уровня моря, пик которого был отмечен в середине 90-х годов прошлого столетия, на восточном шельфе была отмечена тенденция к увеличению численности *C. pachypus* [8; 10; 13]. С тех пор на протяжении 20 лет мониторинг популяций раков Каспия не проводили. Исследования удалось возобновить только в 2015-2019 гг. [13; 14].

Целью настоящей работы было изучение состояния популяций раков и их промысловой ценности. Задачами исследований были: изучение особенностей распространения, видового, полового, размерно-весового состава раков, рабочей плодовитости, запасов, объемов вылова и промысловых площадей.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Работа выполнена в апреле-июне 2019 года в казахстанском секторе моря на участке от мыса Жиланды до мыса Ракушечный (рис. 1; 2). В основу работ положены методы подводных исследований с применением легководолазной техники на глубинах 5-15 м. Пробы раков отбирали с помощью

легководолазного снаряжения на транsekтах (отрезках дна) учетной площадью 100 м<sup>2</sup> [13; 15]. Для этого на участке дна прокладывали шнур длиной 50 м, закрепленный на концах якорями. Далее под воду уложили 2 легководолаза и осуществляли маршрутный учет и сбор раков на учетной полосе шириной 1 м справа и слева от шнура. В случае если экземпляр оказался недоступен для захвата, на основе визуальной информации, в водолазной книжке записывали его вид, пол, размер. Обследованный участок побережья разбили на 10 станций (рис. 2). На станциях выполнили 24 транsekты. Общая учетная площадь составила 2400 м<sup>2</sup>. Общее количество собранных раков 498 экз. Раков отбирали в сетные кутцы и доставляли на борт судна. Каждая проба была разделена по видам и по полу. Длину раков измеряли от рostrума до тельсона. Всех раков с длиной тела более 10 см считали промысловыми. Раки были взвешены, отмечено состояние панцирей на предмет определения стадии линьки, определена рабочая плодовитость самок (просчитывали количество икринок на плеоподах). Далее раки в живом виде были выпущены в море. На маршрутах измерена температура воды, отмечены физиономические особенности биотопов. Запас рассчитывали исходя из средней численности раков (экз/м<sup>2</sup>), среднего веса 1 экз. и полезной площади обследованного участка в гектарах. ОДУ – общедопустимый улов при промысле астацид принято считать за 25% от запаса.



**Рисунок 1.** Район исследований  
**Figure 1.** Research area

**Рисунок 2.** Участок исследований  
**Figure 2.** Research site

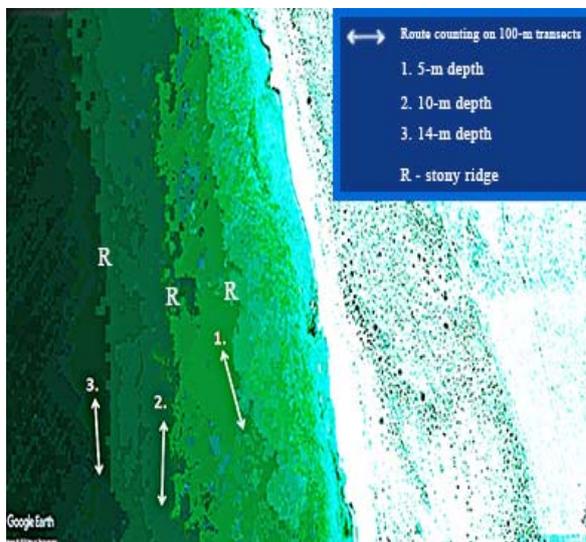
Выбор станций наблюдений, прокладка транsekта, определение полезных площадей биотопов осуществляли на основе данных космических съемок прибрежной зоны обследованного участка. Для примера рассмотрим станции №4 и №9 (рис. 3; 4).

На рисунке 3 изображена прибрежная полоса мелководья, где биотопы раков представлены одним видом полезных площадей – каменистыми грядами (R), которые порогами снижаются по свалу глубин от 5 до 15 м. Для объективной оценки состояния популяции

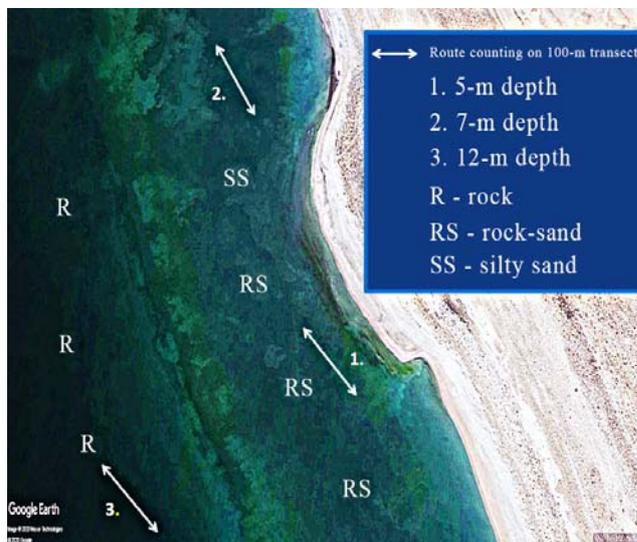
раков на каждом пороге на транsekте выполнен маршрутный учет. На рисунке 4 биотопы раков представлены тремя видами полезных площадей: зарослями макрофитов на илистом песке (SS), каменистым песком (RS) и каменистыми грядами (R). Для объективной оценки на каждом биотопе на транsekте выполнен маршрутный учет. Площадь биотопов раков определяли на основе данных космических съемок, материалы которых хорошо отражали их физиономические особенности до глубин

10-12 м и предоставляли масштаб карты. Для этого из отдельных последовательных фотоснимков складывали обследуемый участок прибрежных вод. Далее на каждом снимке графически выделяли площади отдельных биотопов. Затем, с помощью палетки с учетной площадью одной клетки равной 1 га,

определяли площади биотопов на каждой фотографии. Данные складывали и получали общую площадь каждого биотопа в гектарах. На больших глубинах (15-20 м) применяли подводные наблюдения для обнаружения и оценки полезных площадей. Глубже 20 м исследования не проводились.



**Рисунок 3.** Космический снимок места станции №4  
**Figure 3.** Location of station 4, satellite image

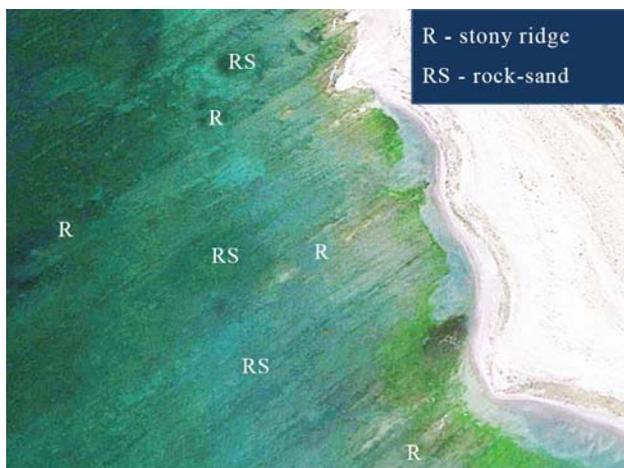


**Рисунок 4.** Космический снимок места станции №9  
**Figure 4.** Location of station 9, satellite image

#### ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Биотопы раков.** Среди обследованных площадей, заселенных раками, было выделено три вида биотопов. Первый биотоп – это твердые каменистые грунты, состоящие из плит ракушечника и их обломков (R). Сложный рельеф таких грунтов представляет для раков наибольшее количество естественных убежищ. Такие грунты встречаются в виде каменистых гряд протяженностью 50-300 м и более. На космических снимках часто они выглядят в виде параллельных образований на дне моря (рис. 5). На обследованном участке каменистые грунты обнаружены на всех станциях преимущественно на глубинах 10-15 м. Полезная площадь таких грунтов составила 450 га. Второй биотоп – это смешенные песчано-каменистые грунты (RS). Такие грунты выстилают обширные участки

дна между каменистыми грядами. Раки, обитающие на RS, в качестве убежищ используют обломки камней и плит, рассредоточенных на песчаном грунте. На космических снимках RS выглядят в виде светлых участков дна с темными образованиями (рис. 5). Полезная площадь таких грунтов на обследованном участке составила 520 га. Третий биотоп можно отнести к мягким грунтам, состоящим из илистого песка (SS), покрытого зарослями макрофитов *Zostera nana*. Такие грунты местами встречаются в прибрежной полосе мелководий, защищенных от волновой динамики. На обследованном участке SS встречаются локально. На космических снимках SS выглядят темными пятнами округлой формы (рис. 6). Площадь таких биотопов на обследованном участке составила 75 га.



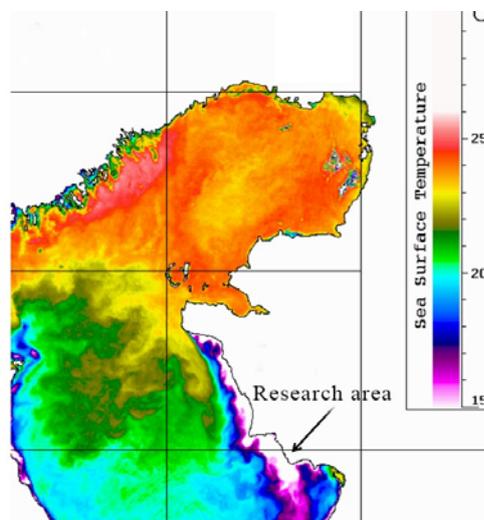
**Рисунок 5.** Космический снимок каменистых грунтов (R), (КП)  
**Figure 5.** Rocky soils (R), (RS), satellite image



**Рисунок 6.** Космический снимок песчано-илистых грунтов, заросших макрофитами (ИП)  
**Figure 6.** Sand-silt soils overgrown with macrophytes (SS), satellite image

*Условия среды.* Существенным фактором, влияющим на распространение раков, была температура воды. Район исследований находится в зоне интенсивного апвеллинга [2; 15], (рис. 7). Периодически температура воды за сутки могла измениться на 10°C и более. Резкий

термоклин складывался в начале лета на горизонтах от 8 м и глубже, когда поверхностный слой воды прогревался до 19-21°C, а вода на глубинах от 8-9 м и ниже имела температуру 9-12°C.



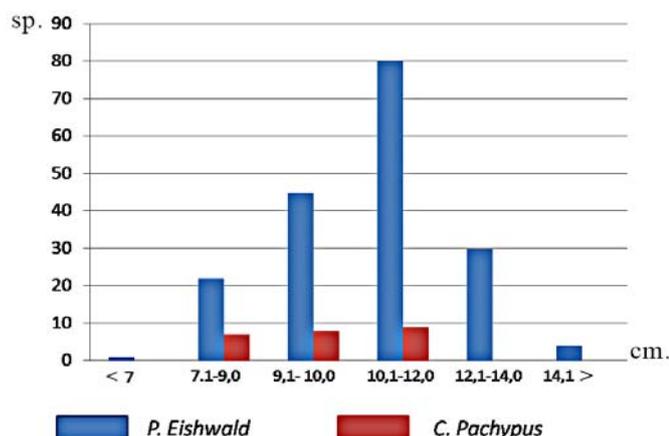
**Рисунок 7.** Температура поверхности моря в районе исследований 8 июня 2019 г, по данным NOAA  
**Figure 7.** Sea surface temperature in the study area on June 8, 2019, NOAA data

*Распределение раков.* В исследованном районе по численности доминировал *P. eichwald*. Из 498 экз. раков, собранных на 10 станциях обследованного участка, 102 экз. были представлены *C. pachypus* и 396 экз. *P. eichwald*.

Распределение раков на твердых грунтах носило мозаичный характер. Скопления были привязаны к наличию убежищ в виде расщелин, гротов, ниш под плитами и пр. В местах, где каменистый грунт имел монолитную протяженную ровную поверхность,

лишенную разломов, раки встречались единично. Распределение раков на песчано-каменистых грунтах носило более равномерный характер. Раки, обитающие на илисто-песчаных грунтах, рыли норы и использовали макрофиты в качестве убежищ, их распространение было равномерным.

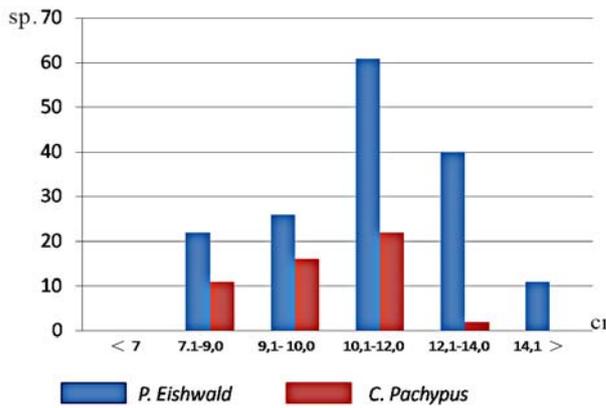
Глубины 5-7 м наиболее часто были заселены икрами самками обоих видов и молодью раков (рис. 8; 11; 12). Здесь же отмечено наибольшее число линяющих особей.



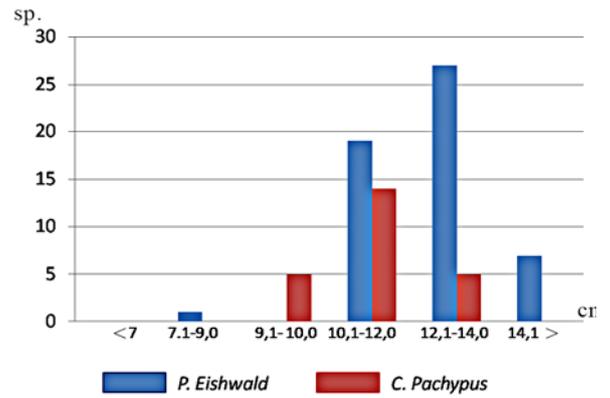
**Рисунок 8.** Размерный состав раков на глубинах 5-7 м  
**Figure 8.** Crayfish length composition at depths of 5-7 m

На глубинах 8-10 м обитали более крупные экземпляры (рис. 9), большей частью самцы (рис. 11; 12). Наиболее крупные представители обоих видов, преимущественно самцы, чаще всего встречались на глубинах более 10 м

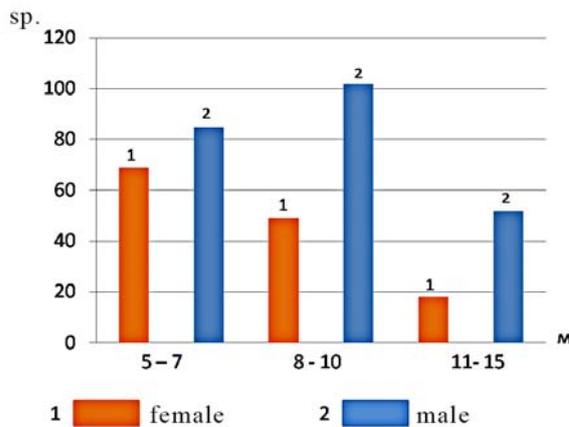
в зоне низких температур (рис. 10; 11; 12). Здесь же отмечена наибольшая численность самцов *C. pachypus*. На этих глубинах в конце июня наблюдалась линька обоих видов раков при температуре 12°C.



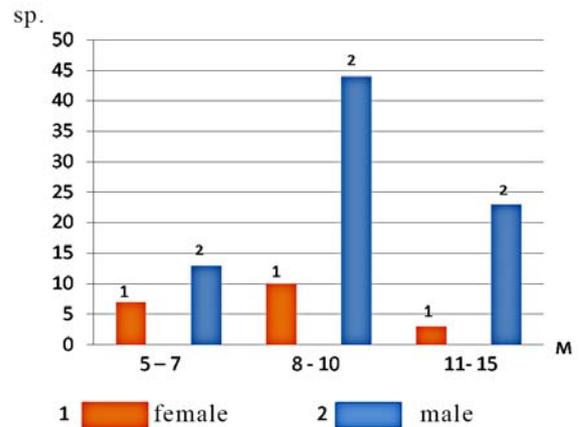
**Рисунок 9.** Размерный состав раков на глубинах 8-10 м  
**Figure 9.** Crayfish length composition at depths of 8-10 m



**Рисунок 10.** Размерный состав раков на глубинах более 10 м  
**Figure 10.** Crayfish length composition at depths over 10 m



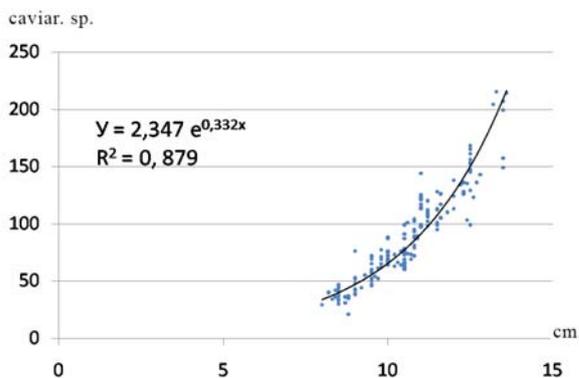
**Рисунок 11.** Половое соотношение *P. eichwald* на различных глубинах  
**Figure 11.** *P. eichwald* sex ratio at different depths



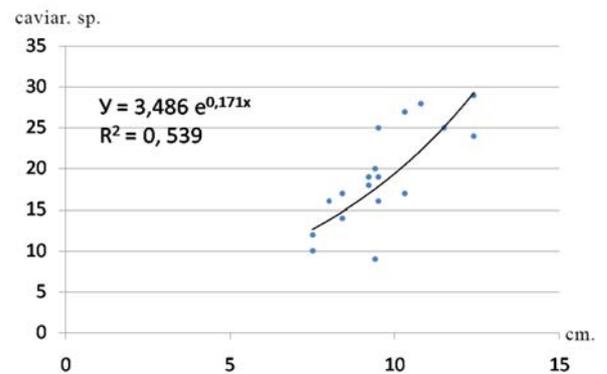
**Рисунок 12.** Половое соотношение *C. pashtypus* на различных глубинах  
**Figure 12.** *C. pachypus* sex ratio at different depths

**Плодовитость.** Половозрелыми считали самок с икрой на плеоподах. Минимальная длина половозрелых самок *P. eichwald* – 8 см, максимальная – 13,8 см. Минимальная длина половозрелых самок *C. pachypus* – 7 см, максимальная 12,4 см. Плодовитость *P. eichwald* в зависимости от длины тела самки находилась в

диапазоне от 21 до 213 икринок, при средних показателях 88 икринок ( $88 \pm 3,27$ ; рис. 13). Плодовитость *C. pachypus*, в диапазоне от 9 до 27 икринок при средних показателях 19 икринок ( $19,16 \pm 1,42$ ; рис. 14).



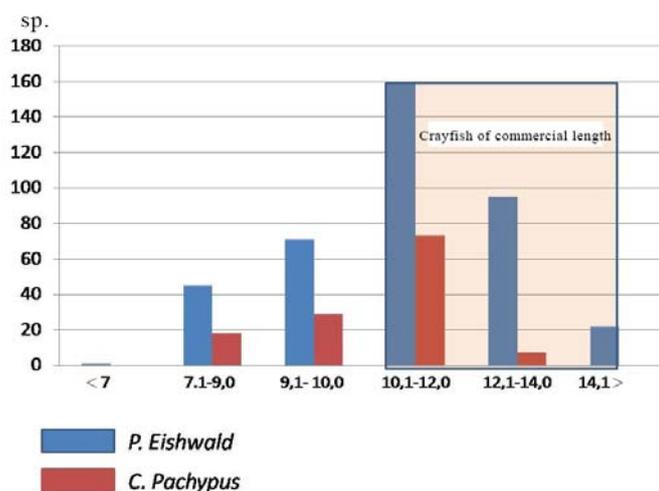
**Рисунок 13.** Рабочая плодовитость *P. eichwald*  
**Figure 13.** *P. eichwald* fecundity



**Рисунок 14.** Рабочая плодовитость *C. pachypus*  
**Figure 14.** *C. pachypus* fecundity

**Размерный состав раков.** Собранные раки были разбиты на 6 размерных групп. Из 102 экз. *C. pachypus*, 52 экз., или 51% особей были промыслового размера

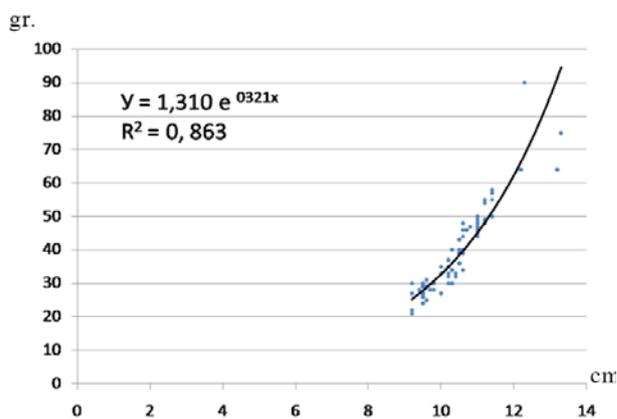
(длина тела более 10 см). Из 396 экз. *P. eichwald*, промысловая часть 279 экз., или 71% (рис. 15).



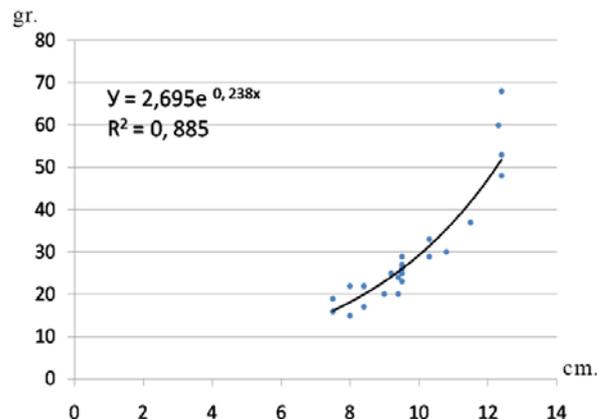
**Рисунок 15.** Размерный состав раков  
**Figure 15.** Crayfish length

**Вес раков.** Изучение весовых характеристик *C. pachypus* показало, что средний вес самцов 40 г ( $40,1 \pm 1,61$ ), самок 29 г ( $28,8 \pm 2,57$ ; рис. 16; 17). Средний вес самцов

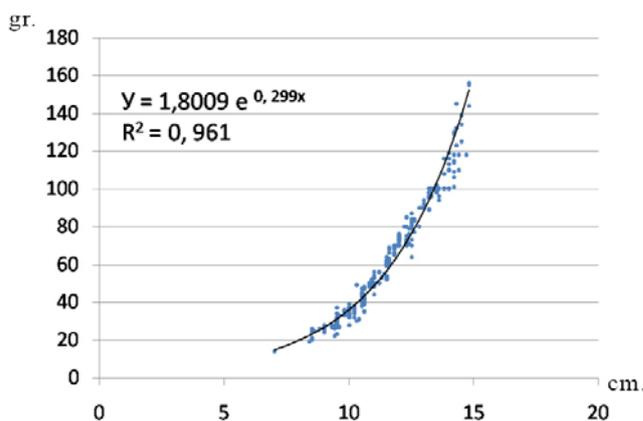
*P. eichwald* 6 г ( $64,6 \pm 2,03$ ), самок 40 г ( $40,4 \pm 1,31$ ; рис. 18; 19).



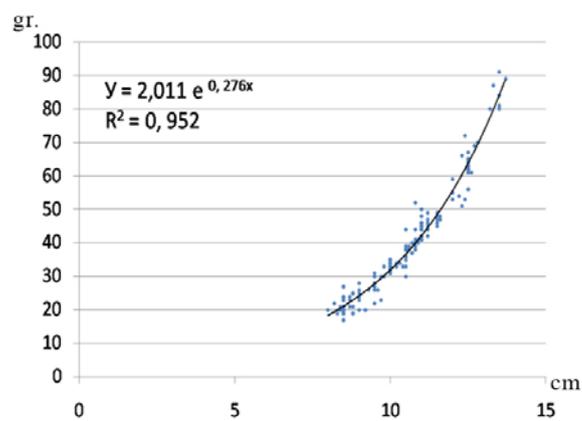
**Рисунок 16.** Вес самцов *C. pachypus*  
**Figure 16.** Weight of *C. pachypus* males



**Рисунок 17.** Вес самок *C. pachypus*  
**Figure 17.** Weight of *C. pachypus* females



**Рисунок 18.** Вес самцов *P. eichwald*  
**Figure 18.** Weight of *P. eichwald* males



**Рисунок 19.** Вес самок *P. eichwald*  
**Figure 19.** Weight of *P. eichwald* females

**Расчет промыслового запаса.** Запас рассчитывали исходя из средней численности раков (экз/м<sup>2</sup>), среднего веса 1 экз. и полезной площади обследованного участка в гектарах.

Биотоп каменистых грунтов (R) на участке имеет площадь 450 га. Средняя численность *P. eichwald* 0,16 экз/м<sup>2</sup>, или 1600 раков на 1 га. При половом соотношении самок к самцам в популяции 40% к 60%, на гектаре обитают 640 самок и 960 самцов. При

среднем весе самца 65 г их биомасса составит 62,4 кг/га, при среднем весе самки 40 г их биомасса 25,6 кг/га. Итого, биомасса *P. eichwald* составит 88 кг/га. Общая биомасса *P. eichwald* на данном биотопе площадью 450 га составит 39,6 т. По результатам анализа размерного состава в популяции *P. eichwald* промысловые размеры (более 10 см) имеют 71% особей, что соответствует биомассе 28 т. При рациональном промысле ОДУ, как принято при ведении промысла раков, составит 25% или 7 т.

Подобные расчеты *C. pachypus* показали, что при средней численности на трансектах 0,05 экз/м<sup>2</sup>, на 1 га обитает 500 раков. При половом соотношении самок к самцам в популяции 20% к 80% – это 83 самки и 417 самцов. При среднем весе самца 40 г их биомасса 17 кг/га. При среднем весе самки 29 г их биомасса 2,5 кг/га. Общая биомасса *C. pachypus* составит 19,5 кг/га, а на биотопе камней (R) площадью 450 га – 8,8 т. По результатам анализа размерного состава в популяции *C. pachypus* промысловые размеры (более 10 см) имеют 51% особей, что соответствует биомассе 4,5 т. При рациональном промысле ОДУ составит 25% или 1,1 т.

Биотоп каменистый песок (RS) на обследованном участке имеет площадь 520 га. Средняя численность *P. eichwald* на трансектах 0,18 экз/м<sup>2</sup>, или 1800 экз. на 1 га. При половом соотношении раков в популяции 1 самка/1,5 самца, процентное соотношение составит 40/60. Следовательно, на гектаре обитают 720 самок и 1080 самцов. При среднем весе самца 65 г, их биомасса 70,2 кг/га. При среднем весе самки 40 г, их биомасса 28,8 кг/га. Итого, биомасса *P. eichwald* составит 99 кг/га. Общая биомасса *P. eichwald* на биотопе каменистого песка (RS) площадью 520 га

составит 51,5 т. По результатам анализа размерного состава, в популяции *P. eichwald* промысловые размеры (более 10 см) имеют 71% особей, что соответствует биомассе 36,5 т. При рациональном промысле ОДУ составит 25% или 9 т.

Расчеты запасов *C. pachypus* показали, что при средней численности на трансектах 0,06 экз/м<sup>2</sup>, на 1 га обитает 600 раков. При половом соотношении 1/5 – 100 самок и 500 самцов. При среднем весе самца 40 г их биомасса 20 кг/га. При среднем весе самки 29 г их биомасса 2,9 кг/га. Общая биомасса *C. pachypus* составит 22,9 кг/га, а на биотопе каменистого песка (RS) площадью 520 га – 12 т. По результатам анализа размерного состава, в популяции *C. pachypus* промысловые размеры (более 10 см) имеют 51% особей, что соответствует биомассе 6,1 т. При рациональном промысле ОДУ составит 25% или 1,5 т.

Биотоп мягких песчано-илистых грунтов (SS) на обследованном участке встречался мозаично. Его общая площадь 75 га. На биотопе обнаружены только раки *P. eichwald*. Средняя численность на трансектах 0,19 экз/м<sup>2</sup>, или 1900 раков на 1 га. В популяции доминируют самки. В отношении 2/1 процентное соотношение составило 70/30. Следовательно, на гектаре обитают 1330 самок и 570 самцов. При среднем весе самца 65 г, их биомасса 37 кг/га. При среднем весе самки 40 г, их биомасса 53,2 кг/га. Итого биомасса 90,2 кг/га. Общая биомасса *P. eichwald* на биотопе илистого песка (SS) площадью 75 га составит 6,8 т. При этом промысловая часть (71%) 4,8 т. При рациональной добыче ОДУ составит 25% или 1,2 т. Общие данные по запасам и объемам вылова представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Запасы раков и объем допустимого вылова (ОДУ – 25% от промысловых запасов)

**Table 1.** Crayfish stocks and Total Allowable Catch (TAC estimated at 25% of commercial catch)

Биотоп Biotope	Камни (R) 450 га Stone (S) 450 ha		Камни-песок (RS) 520 га Stone-sand (SSa) 520 ha		Ил-песок (SS) 75 га Silt-sand (SiSa) 75 ha		Сумма, т Amount, t
	<i>P. eichwald</i>	<i>C. pachypus</i>	<i>P. eichwald</i>	<i>C. pachypus</i>	<i>P. eichwald</i>	<i>C. pachypus</i>	
<b>Запасы, т</b> Stocks, t							
<b>Общие</b> Total	39,6	8,8	51,5	12	6,8	-	118,7
<b>Промысловые</b> Commercial	28	4,5	36,5	6,1	4,8	-	79,9
<b>ОДУ</b> TAC	7	1,1	9	1,5	1,2	-	19,8

Современные исследования показали, что на обследованном участке обитают два вида раков. Архивные материалы [10; 15] свидетельствуют, что этом районе в 70-90 годы обитал только *P. eichwald*, ареал *C. pachypus* заканчивался севернее в заливе Бековича-Черкасского. По историческим данным [15] увеличение численности *C. pachypus* в водах Казахстана было отмечено в период подъема уровня моря (1990-1994 гг.). Современные исследования в период более низкого уровня моря свидетельствуют, что тенденция роста численности *C. pachypus* сохранилась, а его ареал расширился в южном направлении на 60 км.

Анализ распространения раков в зависимости от глубины позволил выявить некоторые особенности. Так, на некоторых участках прибрежных вод раки отсутствовали на типичных биотопах, расположенных на глубинах 4-5 метров. На наш взгляд, это связано с волновой динамикой на этих участках побережья, где в результате волнения образуются сильные турбулентные

вихревые потоки и раки, имеющие сравнительно небольшой вес, могут быть выброшены на берег. Такие случаи массовой гибели раков, преимущественно икранных самок, периодически наблюдаются весной в этом районе [5]. Наши неопубликованные наблюдения показали, что раки, особенно самцы, выпущенные на глубине 2,5 м на каменисто-песчаный грунт, активно перемещались в сторону увеличения глубины. На основе этих наблюдений можно предположить, что раки оценивают глубину места, и, несмотря на наличие убежищ, уходят на излюбленный горизонт.

По данным исследований прежних лет (1972-1994 гг.), при тех же показателях длины самок, рабочая плодовитость *P. eichwald* была в пределах 30-250 икринок, современные исследования показывают 21-213, что заметно ниже. Плодовитость *C. pachypus* была в пределах 20-50 икринок, современные данные 9-27, что существенно ниже. На наш взгляд, снижение плодовитости у раков связано с

тем, что произошло резкое уменьшение численности хищников: белуги, осетра и тюленя, массово потребляющих раков, что, в свою очередь, привело к тому, что астакиды стали тупиковым звеном в пищевой цепи. Поэтому, есть предположение, что численность астакид регулируется на популяционном уровне путем снижения их плодовитости. Половое соотношение в популяциях раков обоих видов соответствуют литературным данным прошлых лет [3; 13; 16-18].

В целом, обследованный район можно считать перспективным для промысла раков. Маршрутный учет на трансектах показал, что из всех обследованных площадей, наиболее плотные скопления раков были обнаружены на каменистых (R), и особенно на песчано-каменистых грунтах (RS), когда под одной плитой можно обнаружить 10 и более раков. В меньшем количестве, раки встречались на песчано-илистых грунтах (SS). На песчаных, песчано-ракушечных грунтах, сплошных каменистых образованиях лишенных убежищ, раки встречались единично. Промысловый лов раков следует осуществлять на горизонтах от 10 м и глубже. В этом случае, большинство выловленных раков будут иметь промысловые размеры. Ловушки следует расставлять на расстоянии 10-15 м. Не рекомендуется ловить раков на биотопе ил-песок (SS), т.к. 80% улова придется выпускать.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные исследования показали, что состояние астакофауны на восточном шельфе Каспийского моря имеет тенденцию к увеличению численности *S. pachypus*. Ареал этого вида расширился в южном направлении на 60 км. Анализ полученных материалов свидетельствует о потенциальных биоресурсах в виде запасов раков. По предварительным результатам на обследованном участке ежегодно в условиях рациональной добычи можно вылавливать около 19 т раков. Наибольший процент промысловых особей обитают на глубинах 8-10 м и более.

#### БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы благодарят с.н.с. Востокова С.В. за критику и полезное обсуждение результатов.

Работа выполнена в рамках Государственного задания: тема № 0128-2021-0004, при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-54-56053 и гранта ННФИ №99003103.

#### ACKNOWLEDGMENT

The authors express their gratitude to S.V. Vostokov for criticism and useful discussion of the results. The research was conducted in the framework of State Assignment of IORAS (Subject No. 0128-2021-0004) and was also funded by RFBR through the research project № 20-54-56053 and by NSF, project number №99003103.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бокова Е.Н. Речной рак Каспийского моря // Рыбное хозяйство. 1948. N 9. С. 32-37.
2. Байдин С.С., Косарев А.Н. Каспийское море: Гидрология и гидрохимия. Москва: Наука, 1986. 261 с.
3. Румянцев В.Д. Толстопалый рак Каспия // Труды КаспНИРХа. 1971. Т. 26. С. 265-266.
4. Ushivtsev V.B. Astacofauna of the present Caspian Sea (distribution, stock dynamics, behavior, projects of fishery)

// Proceeding of the 12th Symposium IAA. Aagsburg – Germany, 1998. P. 57.

5. После шторма берег Каспия заполнили раки, 2019. URL: <https://www.ktk.kz/ru/newsfeed/article/2019/03/11/114578/> (дата обращения: 15.06.2020)
6. Румянцев В.Д. Речные раки Волго-Каспия. Москва: Пищевая промышленность, 1974. 84 с.
7. Ушивцев В.Б. Определение запасов речного рака на Каспии // Рыбное хозяйство. 1981. N 4. С. 50-51.
8. Ушивцев В.Б. Запасы раков в Казахских водах Каспия // Тезисы докладов XIX научной конференции «Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана», Ашхабад, 9-11 октября, 1986. С. 121.
9. Ушивцев В.Б. Влияние колебаний уровня Каспия на запасы раков // Тезисы докладов I-й Международной конференции «Биологические ресурсы Каспийского моря», Астрахань, 22-24 сентября, 1992. С. 93.
10. Ушивцев В.Б. Морские объекты промысла // Научные основы распределения промышленных объектов Каспийского моря. Астрахань: БИВЦ «Каспрыба», 1992. С. 98-99.
11. Ушивцев В.Б. и др. Состояние запасов раков на восточном шельфе Каспия в период подъема уровня моря // Экосистемы морей России в условиях антропогенного пресса. Астрахань: КаспНИРХ, 1994. С. 155-157.
12. Ушивцев В.Б., Камакин А.М. Раки Южного Каспия (*Crustacea: Decapoda, Astacidae*): распространение, характер биотопов // Каспийский Плавающий Университет, Научный бюллетень. 2000. N 1. С. 157.
13. Денисов А.Е. Некоторые вопросы методики водолазных исследований донных сообществ // Океанология. 1972. Т. 12. Вып. 5. С. 884-891.
14. Ушивцев В.Б. Особенности распространения популяций раков (*Crustacea, Decapoda, Astacidae*) на восточном шельфе Каспийского моря в период с 1915 по 2016 гг. // Сборник материалов Всероссийской научно-практической итоги конференции с международным участием «Морские биологические исследования: достижения и перспективы», приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции, Севастополь, 19-24 сентября, 2016. С. 232-236.
15. Ушивцев В.Б., Востоков С.В., Ахмедова Г.А., Галактионова М.Л., Котеньков С.А. Современное состояние и хозяйственная ценность астакофауны в отдельных районах восточного шельфа Каспийского моря // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15. N1. С. 28-36. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-1-28-36
16. Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Соловьев Д.М., Шеремет Н.А. Фронтальная зона апвеллинга у восточного побережья Каспийского моря (спутниковые наблюдения) // Исследования Земли из космоса. 2006. N4. С. 3-12.
17. Черкашина Н.Я. Биология *Astacus leptodactylus eichwaldi* Bott и *Astacus pachypus* Rathke в туркменских водах Каспия // Труды ВНИРО. 1974. Т. 99. Вып. 5. С. 70-83.
18. Черкашина Н.Я. Распределение и биология толстопалого рака в туркменских водах Каспия // Зоологический журнал. 1976. Т. 55. Вып. 4. С. 602-606.

#### REFERENCES

1. Bokova E.N. Crayfish of the Caspian Sea. *Rybnoye khozyaystvo* [Fish farm]. 1948, no. 9, pp. 32-37. (In Russian)
2. Baydin S.S., Kosarev A.N. *Kaspiyskoye more: Gidrologiya i gidrokhiymiya* [Caspian Sea: Hydrology and Hydrochemistry]. Moscow, Nauka Publ., 1986, 261 p. (In Russian)

3. Rumyantsev V.D. Thick-clawed crayfish of the Caspian Sea. *Trudy KaspNIRKha* [Labors of CaspNIRKh]. 1971, vol. 26, pp. 265-266. (In Russian)
4. Ushivtsev V.B. Astacofauna of the present Caspian Sea (distribution, stock dynamics, behavior, projects of fishery). *Proceeding of the 12th Symposium IAA. Aagsburg – Germany, 1998*, 57 p.
5. *Posle shtorma bereg Kaspiya zapolonili raki* [After the storm, the coast of the Caspian Sea was filled with crayfish]. 2019. Available at: <https://www.ktk.kz/ru/newsfeed/article/2019/03/11/114578/> (accessed 06.15.2020) (In Russian)
6. Rumyantsev V.D. *Rechnye raki Volgo-Kaspiya* [River crayfish of the Volga-Caspian region]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1974, 84 p. (In Russian)
7. Ushivtsev V.B. Determination of crayfish stocks in the Caspian sea. *Rybnoe khozyaistvo* [Fish farm]. 1981, no. 4, pp. 50-51. (In Russian)
8. Ushivtsev V.B. Zapasy rakov v Kazakhskikh vodakh Kaspiya [Stocks of crayfish in the Kazakh waters of the Caspian]. *Tezisy dokladov XIX nauchnoi konferentsii «Biologicheskie osnovy rybnogo khozyaistva vodoemov Srednei Azii i Kazakhstana», Ashkhabad, 9-11 Oktyabrya, 1986* [Abstracts of the XIX scientific conference "Biological foundations of fisheries in the reservoirs of Central Asia and Kazakhstan", Ashgabat, 9-11 October 1986]. Ashgabat, 1986, 121 p. (In Russian)
9. Ushivtsev V.B. Vliyaniye kolebanii urovnya Kaspiya na zapasy rakov [Impact of fluctuations in the level of the Caspian Sea on crayfish stocks]. *Tezisy dokladov I-i Mezhdunarodnoi konferentsii «Biologicheskie resursy Kaspiyskogo morya», Astrakhan', 22-24 sentyabrya 1992* [Abstracts of the I-st International Conference "Biological Resources of the Caspian Sea", Astrakhan, 22-24 September 1992]. Astrakhan, 1992, 93 p. (In Russian)
10. Ushivtsev V.B. [Marine objects of fishing]. In: *Nauchnyye osnovy raspredeleniya prom. ob'yektov Kaspiyskogo moray* [Scientific Basis for the Distribution of Industrial Objects of the Caspian Sea]. Astrakhan, BII Kaspryba Publ., 1992, pp. 98-99. (In Russian)
11. Ushivtsev V.B. et al. [The state of crayfish stocks on the eastern shelf of the Caspian Sea in the period of sea level rise]. In: *Ekosistemy morey Rossii v usloviyakh antropogennogo pressa* [Ecosystems of the Seas of Russia in Conditions of Anthropogenic Pressure]. Astrakhan, CaspNIRKH Publ., 1994, pp. 155-157. (In Russian)
12. Ushivtsev V.B., Kamakin A.M. Crayfish of the Southern Caspian (Crustacea: Decapoda, Astacidae): distribution, nature of biotopes. *Kaspiyskiy Plavuchiy Universitet, Nauchnyy byulleten'* [Caspian Floating University, Scientific Bulletin]. 2000, no. 1, 157 p. (In Russian)
13. Denisov A.E. Some questions of the methodology of diving research of bottom communities. *Oceanologiya* [Oceanology]. 1972, vol. 12, iss. 5, pp. 884-891. (In Russian)
14. Ushivtsev V.B. Osobennosti rasprostraneniya populyatsiy rakov (Crustacea, Decapoda, Astacidae) na vostochnom shel'fe Kaspiyskogo morya v period s 1915 po 2016 gg. [Characteristics of the spread of crayfish populations (Crustacea, Decapoda, Astacidae) on the eastern shelf of the Caspian Sea from 1915 to 2016]. *Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Morskiye biologicheskiye issledovaniya: dostizheniya i perspektivy», Sevastopol', 19-24 sentyabrya 2016* [Collection of Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference «Marine biological research: achievements and prospects, Sevastopol, 19-24 September 2016]. Sevastopol, 2016, pp. 232-236. (In Russian)
15. Ushivtsev V.B., Vostokov S.V., Akhmedova G.A., Galaktionova M.L., Kotenkov S.A. Current state and economic value of astacofauna in certain areas of the eastern shelf of the Caspian Sea. *South of Russia: ecology, development*, 2020, vol. 15, no. 1, pp. 28-36. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-1-28-36
16. Ginzburg A.I., Kostyanov A.G., Soloviev D.M., Sheremet N.A. Frontal upwelling zone near the eastern coast of the Caspian Sea (satellite observations). *Issledovaniya Zemli iz kosmosa* [Earth Research from Space]. 2006, no. 4, pp. 3-12. (In Russian)
17. Cherkashina N.Ya. Biology of *Astacus leptodactylus eichwaldi* Bott and *Astacuspachypus* Rathke in the Turkmen waters of the Caspian. *Trudy VNIRO* [Labors of VNIRO]. 1974, vol. 99, iss. 5, pp. 70-83. (In Russian)
18. Cherkashina N.Ya. Distribution and biology of thick-clawed crayfish in the Turkmen waters of the Caspian Sea. *Zoologicheskii zhurnal* [Zoological journal]. 1976, vol. 55, no. 4, pp. 602-606. (In Russian)

#### КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Владимир Б. Ушивцев написал рукопись, обработал статистические данные. Майя Л. Галактионова обработала пробы воды и донных отложений, написала рукопись, принимала участие в обсуждении результатов. Сергей А. Котеньков осуществил поиск исторических данных, литературный обзор и редакцию статьи. Татьяна А. Сеницына написала рукопись, обработала статистические данные. Гульнара А. Ахмедова принимала участие в обработке данных и оформлении материалов. Мехди Годрати Шозаи принимал участие в обработке данных и редакции рукописи. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других неэтических проблем.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### AUTHOR CONTRIBUTIONS

Vladimir B. Ushivtsev wrote the manuscript and analysed statistical data. Maya L. Galaktionova conducted analysis of the samples of water and bottom sediments, wrote the manuscript and participated in the discussion of the findings. Sergey A. Kotenkov carried out search for historical evidence, reviewed the literary and edited the article. Tatyana A. Sinitsyna wrote the manuscript and analyzed statistical data. Gulnara A. Akhmedova participated in conducting data analysis and design of the materials. Mehdi Ghodrati Shojaei participated in the data processing and editing of the manuscript. All authors are equally responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

#### NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

#### ORCID

Владимир Б. Ушивцев / Vladimir B. Ushivtsev <https://orcid.org/0000-0003-4305-6111>  
 Майя Л. Галактионова / Maya L. Galaktionova <https://orcid.org/0000-0002-5819-6224>  
 Сергей А. Котеньков / Sergey A. Kotenkov <https://orcid.org/0000-0003-0462-5553>  
 Татьяна А. Сеницына / Tatyana A. Sinitsyna <https://orcid.org/0000-0003-1402-7071>  
 Гульнара А. Ахмедова / Gulnara A. Akhmedova <https://orcid.org/0000-0002-4902-691X>  
 Мехди Годрати Шозаи / Mehdi Ghodrati Shojaei <https://orcid.org/0000-0002-5594-3730>