

Т. С. Зубкова

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫЖИВАНИЯ МОЛОДИ МОРСКИХ МИГРИРУЮЩИХ СЕЛЬДЕЙ В СЕВЕРНОМ КАСПИИ

Объекты исследования – три вида каспийских мигрирующих сельдей (долгинская сельдь (*Alosa brashnikowi*), большеглазый пузанок (*Alosa saposchnikowii*), каспийский пузанок (*Alosa caspia caspia*). Исследовались два аспекта биологии воспроизводства сельдей: зависимость численности сеголетков в конце нагульного периода от количества самок, пришедших весной на нерест, и оценка выживания молоди сельдей от стадии икринки до возраста сеголетка. Помимо индивидуальной плодовитости каждого вида учитывалось соотношение полов в нерестовых популяциях, популяционная плодовитость, потери воспроизводительной способности от резорбирующей в ястыках икры. По материалам 2009–2015 гг. показано, что зависимость численности сеголетков сельдей от количества пришедших на нерест самок крайне низкая. Причины снижения численности первого поколения при достаточно высоком количестве самок на нерестилищах могут быть разными: неблагоприятная гидролого-гидрохимическая обстановка на нагульном ареале, недостаточная кормовая база, сдвиг сроков нереста производителей и др. Варьирование численности сеголетков по годам сильнее выражено у хищных видов: у долгинской сельди в 2,1 раза, у большеглазого пузанка в 1,7 раза. Численность сеголетков зоопланктофага – каспийского пузанка стабильно высокая, с минимальными межгодовыми колебаниями. Наибольший коэффициент выживания молоди у каспийского пузанка (0,0122), у молоди хищных сельдей этот показатель ниже: у долгинской сельди в 4 раза (0,0031), у большеглазого пузанка в 5 раз (0,0024). Полученные данные по выживанию сельдей от стадии икры до сеголетка станут начальным этапом в исследовании влияния факторов среды на формирование новых поколений.

**Ключевые слова:** долгинская сельдь, большеглазый пузанок, каспийский пузанок, индивидуальная плодовитость, коэффициент выживания молоди, эффективность воспроизводства.

### Введение

Морские мигрирующие сельди (долгинская сельдь (*Alosa brashnikowi*), большеглазый (*Alosa saposchnikowii*) и каспийский пузанки (*Alosa caspia caspia*)) большую часть жизненного цикла проводят в Среднем и Южном Каспии, в северную часть моря они мигрируют весной на нерест. Всё лето и часть осени, до понижения температуры воды, на мелководьях Северного Каспия проходит нагул нового поколения и младшевозрастных генераций. Зимуют сельди в Южном Каспии.

Рыбы семейства сельдевых имеют высокую плодовитость. Это связано в первую очередь с тем, что в условиях моря выживает лишь незначительная часть пелагических икринок.

Икрометание у всех сельдей Каспия порционное, в три приема. Полупелагические икринки каспийских сельдей держатся в придонных слоях воды [1]. Первая порция составляет не менее 30–40 % всей икры. Последующие порции менее значительны. Остаточной, непродуваемой мелкой икры в ястыках содержится около 20–25 % [2]. Икра, которая остается после икрометания в яичниках, постепенно рассасывается. Благодаря порционности икрометания, когда одновременно в яичнике созревает лишь часть икры, достигается повышение индивидуальной плодовитости. Повышению индивидуальной плодовитости способствуют и величина отдельных порций икры, и промежутки между их выметыванием, которые связаны в первую очередь с обеспеченностью молоди пищей.

Причины, вызывающие колебания урожайности поколений, могут быть весьма разнообразными. Жизнеспособность личинки на раннем этапе смешанного питания зависит от обеспеченности внешним кормом и, в значительной мере, от запасов у нее энергетических ресурсов. Качество икры определяется условиями нагула материнского стада в сезон, предшествующий нересту [3]. Совокупность этих условий в итоге обеспечивает жизнестойкость молоди.

Западная и центральная часть Северного Каспия – основной нерестовый ареал каспийского пузанка, поэтому в течение всего нагульного периода здесь сконцентрирована его молодежь.

Большая часть нерестилищ большеглазого пузанка и долгинской сельди расположена в восточной части Северного Каспия, там же наблюдаются и плотные скопления молоди, поэтому численность сеголетков в западных районах нужно считать несколько заниженной.

Оценка жизнеспособности каспийских сельдей от стадии икры до сеголетка, которая стала **целью исследования**, в дальнейшем поможет определить влияние различных факторов среды на формирование новых поколений и станет одним из индикаторов экологического состояния северной части Каспийского моря.

### Материалы и методы исследований

Мониторинг популяций морских сельдей проводился в западной части Северного Каспия. Сбор и обработка ихтиологических данных выполнялись в соответствии с «Инструкцией по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания» [4]. Так как каспийские сельди относятся к порционно нерестующим рыбам, то методика определения индивидуальной плодовитости отличается от стандартной методики. После того как рыба измерена и взвешена, у нее вынимают ястыки, взвешивают и от них берут навеску в 1 г. Икра в различных частях ястыка неодинакова по размеру, поэтому берут несколько навесок из различных участков ястыка и получают среднее. Подсчет числа икринок в навеске ведется с помощью специальных приборов. Полученное число пересчитывают на массу ястыков [5].

В ходе исследования были проанализированы материалы с 2009 по 2015 г., в том числе данные по индивидуальной плодовитости долгинской сельди [6], большеглазого пузанка [7] и каспийского пузанка [8].

Для расчета коэффициента выживания каждого вида сельдей использовались следующие показатели: соотношение полов и численность самок в нерестовой популяции, средняя индивидуальная плодовитость одной особи, количество выметанной икры (учитывая, что 20 % икры остается в ястыках невыметанной и резорбирует), численность сеголетков.

### Результаты исследований и их обсуждение

На первом этапе необходимо было определить, как численность сеголетков в конце нагульного периода зависит от количества самок, пришедших весной на нерест. Исследования в среднем по совокупности материалов за 2009–2015 гг. показали, что у всех трех видов сельдей не ярко выраженной корреляции между этими двумя показателями (рис. 1–3). В связи с этим возникло предположение, что в большей степени на величину численности сеголетков оказывали влияние условия среды в период нагула, которые не каждый год складывались благоприятно для хищных сельдей или для сельдей-зоопланктофагов.

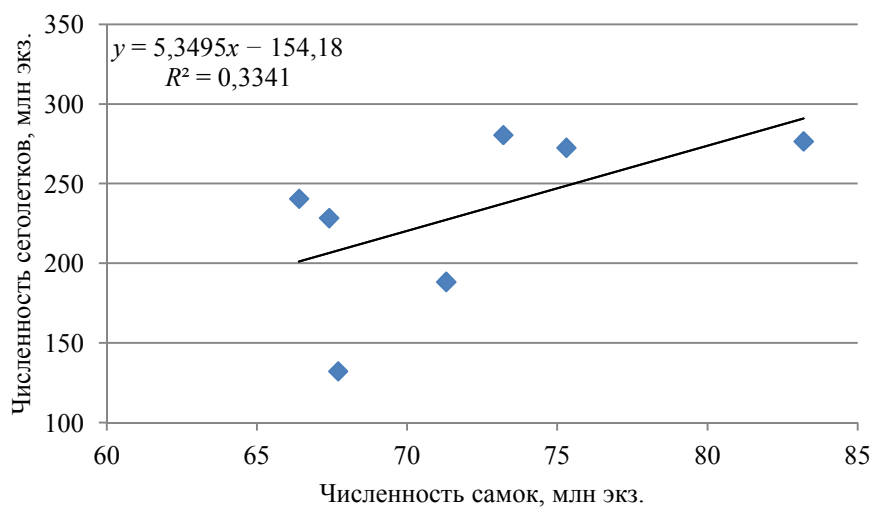


Рис. 1. Долгинская сельдь

Например, в летний период 2015 г. в Северном Каспии отмечалась неудовлетворительная, по сравнению с предыдущими годами наблюдений, гидролого-гидрохимическая обстановка, которая выражалась в повышенном температурном режиме, ухудшении режима солености и сокращении биомассы кормового зоопланктона в 2 раза.

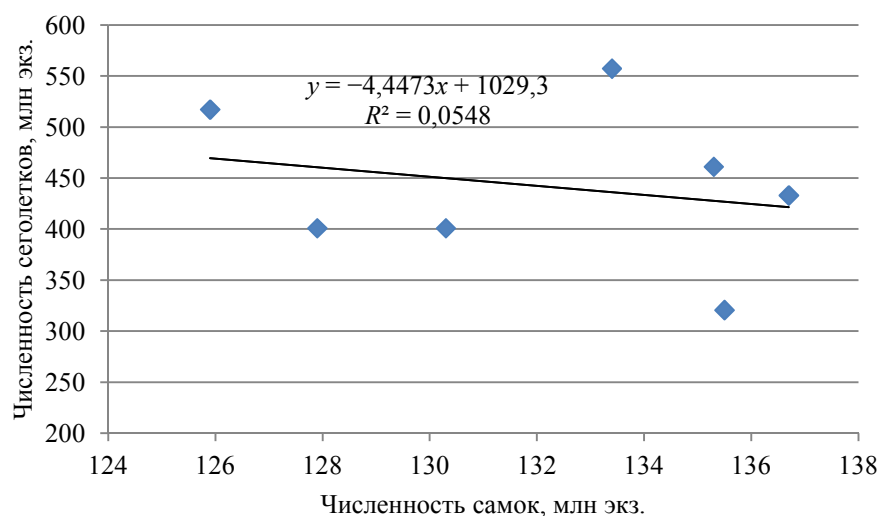


Рис. 2. Большеглазый пузанок

Другой вероятной причиной низкой выживаемости вида может быть изменение сроков нереста производителей. Например, в 2011 г. наблюдался сдвиг сроков нереста долгинской сельди, вызванный поздним прогревом вод на нерестилищах. Межгодовой анализ сезонного роста сеголетков позволил установить, что на протяжении всего нагульного периода прирост массы был ниже. Для этого вида итогом нагула стала низкая урожайность – 3,3 экз./час траления (при среднемноголетнем значении 5,8 экз./час траления). Следствием неблагоприятного нагула молоди в 2011 г. было сокращение численности нерестовой популяции в 2014 г. из-за низкой доли пополнения производителей 2011 г. рождения.

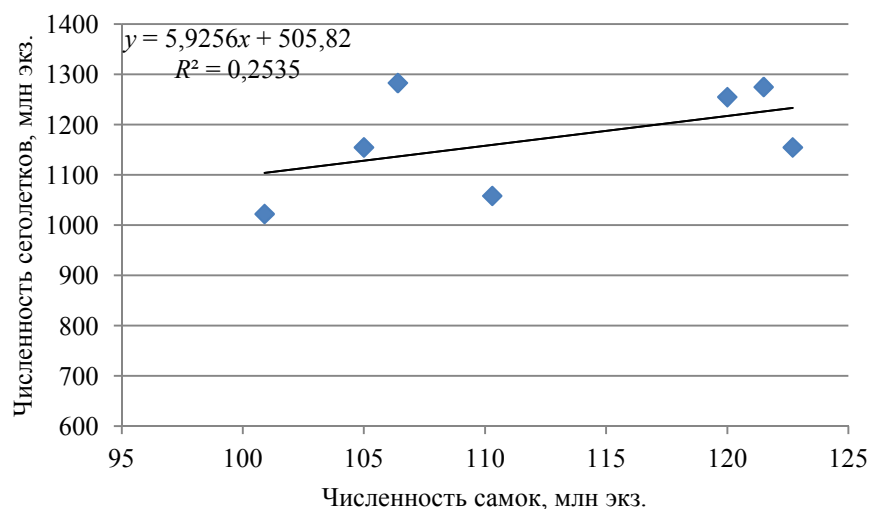


Рис. 3. Каспийский пузанок

Таким образом, помимо количества самок, пришедших на нерестилища, на численность молоди на протяжении первых месяцев жизни оказывают значительное влияние факторы окружающей среды на нагульном ареале. Даже при высокой численности отнерестившихся самок численность сеголетков может быть низкой, если условия нагула молоди были неблагоприятными.

На следующем этапе исследования необходимо было оценить степень выживания молоди сельдей от стадии икринки, учитывая индивидуальную плодовитость вида.

**Долгинская сельдь.** Средняя индивидуальная плодовитость долгинской сельди – 126,8 тыс. икринок, диапазон колебаний – 41,3–223,3 тыс. икринок. В нерестовой популяции долгинской сельди соотношение полов близко к 1:1.

Коэффициент выживания сеголетков от икринки получили, составляя пропорцию между общим количеством икринок, выметанных за нерест, и численностью молоди в конце нагульного периода. Таким образом был произведен расчёт за ряд лет (табл. 1).

Таблица 1

## Эффективность воспроизводства популяции долгинской сельди в 2009–2015 гг.

| Год  | Численность самок, млн экз. | Популяционная плодовитость, млн икринок | Численность выметанной икры, млн экз. | Численность сеголетков, млн экз. | Коэффициент выживания от икринки до сеголетка, % |
|------|-----------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------------|--|
| 2009 | 71,3                        | 9 040 840                               | 7 232 672                             | 188,4                            | 0,0026   |
| 2010 | 75,3                        | 9 548 040                               | 7 638 432                             | 272,6                            | 0,0036   |
| 2011 | 67,7                        | 8 584 360                               | 6 867 488                             | 132,3                            | 0,0019   |
| 2012 | 73,2                        | 9 281 760                               | 7 425 408                             | 280,6                            | 0,0029   |
| 2013 | 83,2                        | 10 549 760                              | 8 439 808                             | 276,6                            | 0,0038   |
| 2014 | 66,4                        | 8 419 520                               | 6 735 616                             | 240,6                            | 0,0036   |
| 2015 | 67,4                        | 8 546 320                               | 6 837 056                             | 228,5                            | 0,0033   |

В рамках исследованного периода численность самок в нерестовой популяции варьировала в пределах 66,4–83,2 млн экз. Численность сеголетков по годам значительно изменялась – максимальное значение (280,6 млн экз.) было в 2,1 раза больше минимального (132,3 млн экз.). Коэффициент выживания молоди в первый нагульный период варьировал в довольно узком диапазоне и в среднем за 7 лет составил 0,0031.

**Большеглазый пузанок.** Индивидуальная плодовитость большеглазого пузанка составила от 30,5 до 318,9 тыс. икринок, в среднем 176,4 тыс. икринок. В нерестовой популяции пузанка соотношение полов обычно 2:1, преобладают самки.

В 2009–2015 гг. численность самок изменялась от 125,9 до 136,7 млн экз. Средняя численность сеголетков составила 441,6 млн экз., при колебаниях в 1,7 раза – от 320,7 до 557,3 млн экз. (табл. 2).

Таблица 2

## Эффективность воспроизводства популяции большеглазого пузанка в 2009–2015 гг.

| Год  | Численность самок, млн экз. | Популяционная плодовитость, млн икринок | Численность выметанной икры, млн экз. | Численность сеголетков, млн экз. | Коэффициент выживания от личинки до сеголетка, % |
|------|-----------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------------|--|
| 2009 | 135,3                       | 23 866 920                              | 19 093 536                            | 461,1                            | 0,0024   |
| 2010 | 136,7                       | 24 113 880                              | 19 291 104                            | 433,0                            | 0,0022   |
| 2011 | 133,4                       | 23 531 760                              | 18 825 408                            | 557,3                            | 0,0029   |
| 2012 | 125,9                       | 22 208 760                              | 17 767 008                            | 517,2                            | 0,0029   |
| 2013 | 130,3                       | 22 984 920                              | 18 387 936                            | 400,9                            | 0,0022   |
| 2014 | 135,5                       | 23 902 200                              | 19 121 760                            | 320,7                            | 0,0017   |
| 2015 | 127,9                       | 22 561 560                              | 18 049 248                            | 400,9                            | 0,0022   |

Коэффициент выживания молоди большеглазого пузанка от икринки изменялся от 0,0017 до 0,0029 и в среднем составил 0,0024.

**Каспийский пузанок.** Средняя индивидуальная плодовитость каспийского пузанка составляла 107 тыс. икринок. Самки преобладали в составе нерестового стада в соотношении 2:1.

Численность самок в нерестовой популяции каспийского пузанка в 2009–2015 гг. изменялась от 100,9 до 122,7 млн экз. Численность сеголетков в эти годы была стабильно высокой и, при межгодовых колебаниях от 1022,4 до 1283,0 млн экз., в среднем составляла 1171,9 млн экз. (табл. 3).

Показатели выживания молоди каспийского пузанка по результатам расчетов оказались выше, чем у других видов каспийских сельдей: коэффициент изменялся от 0,011 до 0,0141, составив в среднем 0,0122.

Таблица 3

Эффективность воспроизводства популяции каспийского пузанка в 2009–2015 гг.

| Год  | Численность самок, млн экз. | Популяционная плодовитость, млн икринок | Численность выметанной икры, млн экз. | Численность сеголетков, млн экз. | Коэффициент выживания от личинки до сеголетка, % |
|------|-----------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------------|--|
| 2009 | 110,3                       | 11 802 100                              | 9 441 680                             | 1 058,4                          | 0,0112   |
| 2010 | 106,4                       | 11 384 800                              | 9 107 840                             | 1 283,0                          | 0,0141   |
| 2011 | 100,9                       | 10 796 300                              | 8 637 040                             | 1 022,4                          | 0,0118   |
| 2012 | 105,0                       | 11 235 000                              | 8 988 000                             | 1 154,7                          | 0,0128   |
| 2013 | 120,0                       | 12 840 000                              | 10 272 000                            | 1 254,9                          | 0,0122   |
| 2014 | 121,5                       | 13 000 500                              | 10 400 400                            | 1 274,9                          | 0,0123   |
| 2015 | 122,7                       | 131 28 900                              | 10 503 120                            | 1154,7                           | 0,0110   |

Таким образом, из молоди трех видов каспийских сельдей наибольший коэффициент выживания отмечен у каспийского пузанка (0,0122), что в 3,9 раза выше, чем у долгинской сельди и в 5,1 раза выше, чем у большеглазого пузанка. Вероятно, одной из причин такого различия может быть спектр питания: молодь долгинской сельди и большеглазого пузанка на ранних этапах развития переходит с питания зоопланктоном на хищничество. Каспийский пузанок является зоопланктофагом на протяжении всего жизненного цикла.

**Заключение**

В ходе исследований было установлено, что численность первого поколения трех видов каспийских сельдей: долгинской сельди (*Alosa brashnikowii*), большеглазого (*Alosa saposchnikowii*) и каспийского пузанка (*Alosa caspia caspia*) не имеет высокой корреляции с численностью нерестующих самок. Это свидетельствует о том, что в большей степени на величину пополнения популяции оказывают влияние факторы среды, в которой происходит развитие молоди.

Оценка эффективности воспроизводства долгинской сельди, большеглазого и каспийского пузанков выявила различия в показателях выживания этих видов на ранних этапах онтогенеза. Однако коэффициент выживания молоди каспийских сельдей от стадии икринки до возраста сеголетка в ряду лет относительно устойчивый, колеблется в узких пределах. Наибольший коэффициент выживания молоди отмечен у каспийского пузанка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казанчев Е. Н. Рыбы Каспийского моря. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. 168 с.
2. Смирнов А. Н. Бражниковские сельди Каспийского моря. Баку: Изд-во АН АзССР, 1952. 248 с.
3. Никольский Г. В. О причинах флюктуаций численности рыб // Вопросы ихтиологии. 1961. Т. 1, вып. 4 (21). С. 659–665.
4. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания / под ред. Г. А. Судакова. Астрахань: КаспНИРХ, 2011. 193 с.
5. Никольский Г. В. Экология рыб. М.: Высш. шк., 1963. 368 с.
6. Зубкова Т. С. Биологические особенности воспроизводства долгинской сельди *Alosa brashnikowii* *brashnikowii* (Vorodin) в северной части Каспийского моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2007. 24 с.
7. Андрианова С. Б. Биология и особенности формирования численности большеглазого пузанка *Alosa saposchnikowii* (Grimm) в Каспийском море: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2004. 23 с.
8. Шубина Л. И. О плодовитости каспийского пузанка // Рыбохозяйственные исследования КаспНИРХ в 1974 г.: сб. ст. Астрахань: КаспНИРХ, 1976. С. 43.

Статья поступила в редакцию 29.06.2016

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Зубкова Татьяна Станиславовна** – Россия, 414056, Астрахань; Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; канд. биол. наук; старший научный сотрудник лаборатории морских рыб; z4039@yandex.ru.



T. S. Zubkova

## FINDING FACTORS OF SURVIVAL THE YOUNG OF MARINE HERRING MIGRATING IN THE NORTHERN PART OF THE CASPIAN SEA

**Abstract.** The objects of research are three species of Caspian migrating herrings (Dolginsk herring (*Alosa brashnikowi*), big-eyed shad (*Alosa saposchnikowii*), Caspian shad (*Alosa caspia caspia*)). The work considers two biological aspects of herring reproduction: dependence of number of underyearlings on the number of females in the end of feeding; assessment of survival rate of herring juveniles from the stage of fish egg to the stage of underyearlings. Besides fecundity of individual species, scientists take into account sex ratio in spawning populations, population fecundity, loss of reproductive capacity due to the resorption in unscreened roe. The materials obtained within 2009–2015 show that the dependence of herring underyearling number on the number of females arriving at spawning ground is extremely low. Despite a great number of females on the spawning grounds, the reasons of decreasing number of the first generation can be different: unfavorable hydrological and hydrochemical environment in foraging area, insufficient nutritive base, rescheduling of the spawning etc. The varying number of underyearlings from year to year is more pronounced with predatory fishes: the Dolginsk herring – 2.1 times, big-eyed shad – 1.7 times. The underyearling number of zoo-plankton feeder – Caspian shad is consistently high with minimal yearly variations. The young of Caspian shad have the highest survival ratio (0.0122); the young of predatory herring species the ratio is lower: Dolginsk herring is 4 times less (0.0031), big-eyed shad – 5 times less (0.0024). The data on herring survival from stage of a fish egg to an underyearling stage will become a starting point in the investigation of the environmental influence on to the new herring generations.

**Key words:** Dolginsk herring, big-eyed shad, Caspian shad, individual fecundity, coefficient of juvenile survival, the effectiveness of reproduction.

## REFERENCES

1. Kazanchev E. N. *Ryby Kaspiiskogo moria* [The fish species of the Caspian Sea]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1981. 168 p.
2. Smirnov A. N. *Brazhnikovskie sel'di Kaspiiskogo moria* [*Alosa brashnikowii* in the Caspian Sea]. Baku, Izd-vo AN AzSSR, 1952. 248 p.
3. Nikol'skii G. V. O prichinakh fliuktuatsii chislennosti ryb [On the problem of fish species number fluctuations]. *Voprosy ikhtiologii*, 1961, vol. 1, iss. 4 (21), pp. 659–665.
4. *Instruktsii po sboru i pervichnoi obrabotke materialov vodnykh bioresursov Kaspiiskogo basseina i sredy ikh obitaniia* [Instructions on collecting and primary processing data about water bioresources and their habitat in the Caspian Sea Basin]. Pod redaktsiei G. A. Sudakova. Astrakhan, KaspNIRKh, 2011. 193 p.
5. Nikol'skii G. V. *Ekologiya ryb* [Fish stocks Ecology]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1963. 368 p.
6. Zubkova T. S. Biologicheskie osobennosti vosproizvodstva dolginskoi sel'di *Alosa brashnikowii* (*braschnikowii* (Borodin) v severnoi chasti Kaspiiskogo moria. Avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk [Biological characteristics of reproduction of Dolginsk herring *Alosa brashnikowii* (*braschnikowii* (Borodin) in the North part of the Caspian Sea. Abstract of dis. cand. biol. sci.]. Astrakhan, 2007. 24 p.
7. Andrianova S. B. *Biologiya i osobennosti formirovaniia chislennosti bol'sheglazogo puzanka Alosa saposchnikowii* (Grimm) v Kaspiiskom more. Avtoreferat of dis. ... kand. biol. nauk [Biological characteristics of big-eyed shad population size *Alosa saposchnikowii* (Grimm) in the Caspian Sea. Abstract of dis. cand. biol. sci.]. Moscow, 2004. 23 p.

8. Shubina L. I. *O plodivosti kaspiiskogo puzanka* [On the problem of Caspian shad fecundity]. Rybokhoziaistvennye issledovaniia KaspNIRKh v 1974 g.: sbornik statei. Astrakhan, KaspNIRKh, 1976. P. 43.

The article submitted to the editors 29.06.2016

***INFORMATION ABOUT THE AUTHOR***

***Zubkova Tatiana Stanislavovna*** – Russia, 414056, Astrakhan; Caspian Scientific Research Institute of Fisheries; Candidate of Biology; Senior Researcher of the Laboratory of Marine Fishes; z4039@yandex.ru.

