

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 597.587.9(282.247.13)
DOI 10.19110/1994-5655-2019-4-26-31

Г.В. ФУКС

РЕЗУЛЬТАТЫ ОТОЛИТОМЕТРИИ РЕЧНОЙ КАМБАЛЫ Р. МЕЗЕНЬ

*Отдел Северный «СевПИНРО»,
Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО»
("ПИНРО" им. Н.М. Книповича),
г. Архангельск*

fuks@pinro.ru

G.V. FUKS

THE RESULTS OF OTOLITHOMETRY OF THE EUROPEAN FLOUNDER OF THE RIVER MEZEN

*North Division "SevPINRO",
Polar Branch of the Research Institute of
Marine Fisheries and Oceanography,
Arkhangelsk*

Аннотация

Отолиометрия является одним из методов исследований отолитов. Методика апробирована на многих видах рыб, в том числе камбаловых. В работе представлены результаты обработки четырех показателей отолитов речной камбалы *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758) из р. Мезень: длины, ширины, массы и толщины. Выявлено, что длина, ширина и толщина отолитов изменяются прямо пропорционально длине тела рыбы и не зависят от пола; масса отолитов имеет степенную зависимость. Рассчитаны коэффициенты корреляции между параметрами отолитов и длиной, массой и возрастом рыбы, их значения выше у самок почти по всем проведенным расчетам. У обоих полов масса отолита наиболее коррелирует с длиной тела и возрастом.

Ключевые слова:

отолитометрия, речная камбала, р. Мезень, коэффициент корреляции

Abstract

Otolithometry is one of the methods of the study of otoliths, which became widespread in recent decades. Otolithometry allows, by otoliths taken directly at collection of the material, to determine many important parameters of fish populations, including spatial structure, trophic relations of the ecosystem. The technique has been tested on many fish species, including flounder. The results of processing four indicators of otoliths of the river flounder *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758) from the river Mezen flowing into the Mezen Bay of the White Sea: length, width, weight and thickness, are presented. It is revealed that the length, width and mass of otoliths vary in direct proportion to the length of fish body and do not depend on sex, otoliths mass has power dependence. Correlation coefficients between otoliths parameters and the length, weight and age of fish were calculated, their values were higher in females in almost all calculations. In both sexes, otolith mass is most correlated with body length and age.

Keywords:

otolithometry, river flounder, the river Mezen, correlation coefficient

Введение

Одним из методов исследований отолитов, получивший широкое распространение в мире в последние десятилетия, является отолитометрия [1]. Метод апробирован на многих видах рыб: тихоокеанских камбалах [2], тресковых видах рыб [3–10], атлантической скумбрии [11], круглой сардинелле [12], северном морском окуне [13], атлантической сельди [14], в том числе по камбаловым [2, 15]. Ото-

литометрия позволяет изучать рост отолитов и рост рыб; использовать полученные результаты для обратных расчислений при отсутствии эмпирических данных в различных районах работ, что важно при изучении популяционной структуры запаса; реконструировать длину, массу и возраст рыб при различных повреждениях особи морскими млекопитающими (в том числе при изучении питания), хищными видами рыб и ракообразными; полученный материал возможно применять в математических моделях при анализе структуры популяции в целом. Для достижения этих целей необходимо знать взаимосвязи параметров отолита и рыбы, однако такие связи должны быть установлены для каждого конкретного вида водных биологических ресурсов для дальнейшего использования на практике. Исследования в этом направлении ведутся с середины прошлого столетия, однако отолитометрия остается слабо изученным направлением исследований. В работе представлены результаты обработки четырех показателей отолитов: длины, ширины, массы и толщины. Рассчитаны коэффициенты корреляции между параметрами отолитов и длиной, массой и возрастом рыбы.

Материал и методы

Материал по речной камбале *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758) был собран в весенний период 2012–2015 гг. в р. Мезень. Для извлечения отолитов (sagittae) голову рыбы разрезали с дорсальной или вентральной стороны одним из нескольких существующих способов (зависит от пред-

почтений специалиста). В период проведения полевых работ извлеченные отолиты заворачивались в чешуйные книжки для дальнейшей обработки в камеральных условиях. При проведении исследований по отолитометрии использованы правые отолиты. Для получения данных об изменчивости параметров в течение жизни были взяты sagittae у особей всех размерных групп. Размерный класс составил 1 см. В процессе проведения биологического анализа некоторые отолиты попадаются с дефектами, связанными с различными нарушениями обмена веществ в организме рыбы, и они не берутся для исследования. Обработаны 139 отолитов самок и 131 самцов. В ходе проведения отолитометрии применяли методику, предложенную Т.Д. Барановой [4] при изучении балтийской трески, опробованную автором [15] на речной камбале Двинского залива Белого моря. Определение длины и ширины отолита проводилось под бинокулярным микроскопом МБС-10 с использованием окуляр-микрометра, толщина измерялась толщиномером ТР 25-100 с точностью до сотых долей, взвешивание выполнялось на весах A&D GR-120 с точностью до десятых долей миллиграмма. Длина исследуемых рыб: самки 7,2–41,2 см, самцы – 9,1–30,4 см, возраст самок 2–18 лет, самцов – 2–14.

Результаты и обсуждение

В ходе исследованных параметров была выявлена четкая тенденция – отолиты самок и самцов речной камбалы в р. Мезень с одинаковой длиной, имеют одинаковый размер и прямолинейную зависи-

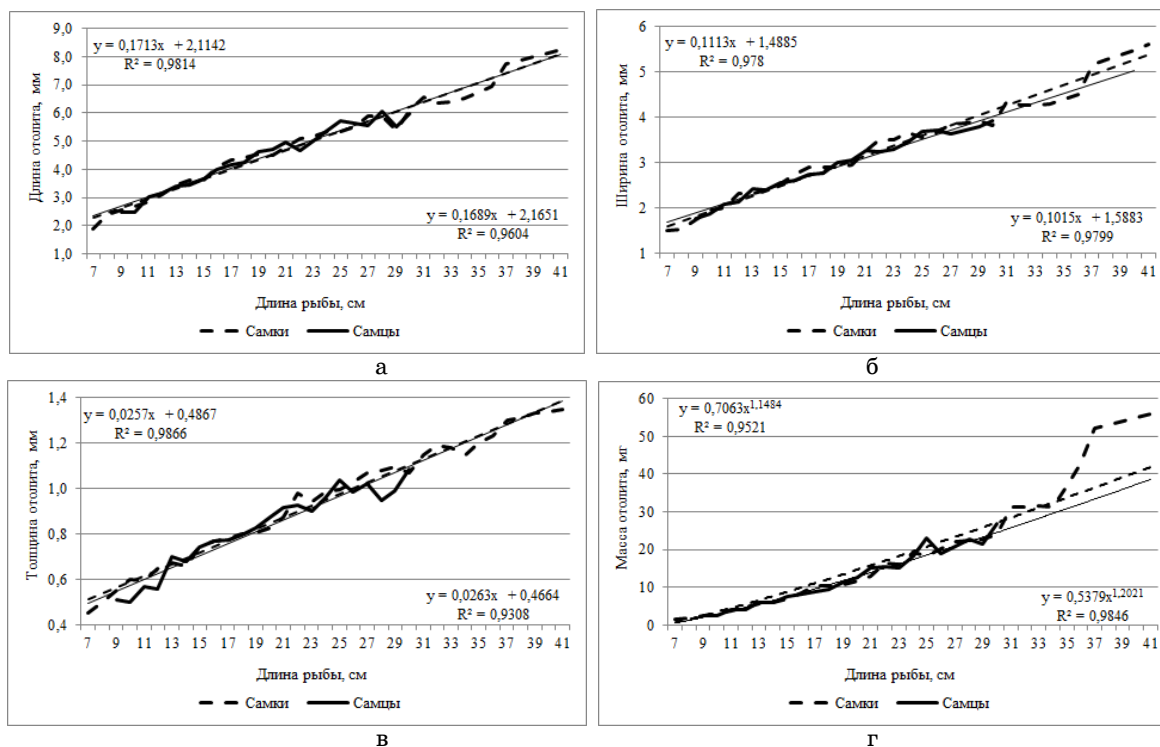


Рис.1. Зависимость измеряемых параметров отолитов от длины рыбы: а) длина; б) ширина; в) толщина; г) масса отолита.

Fig.1. Dependence of the measured parameters of otoliths on fish length: a) length; b) width; c) thickness; d) mass of otolith.

Таблица 1

Средние значения измеренных параметров отолидов речной камбалы р. Мезень

Table 1

Average values of the measured parameters of otoliths of the river flounder of the river Mezen

| Пол | Возраст, лет | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| | Длина отолида, мм | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Самцы | 2,9 | 3,0 | 3,6 | 4,2 | 4,2 | 4,4 | 4,8 | 5,3 | 5,3 | 5,1 | 5,7 | 5,5 | 5,7 | - | - | - | - |
| Самки | 2,0 | 2,9 | 3,6 | 4,0 | 4,4 | 4,6 | 5,3 | 5,9 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,4 | 7,0 | 7,2 | 8,0 | 8,2 | 8,4 |
| | Ширина отолида, мм | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Самцы | 2,0 | 2,0 | 2,4 | 2,8 | 2,8 | 3,0 | 3,1 | 3,4 | 3,4 | 3,3 | 3,6 | 3,6 | 3,5 | - | - | - | - |
| Самки | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 2,7 | 3,0 | 3,1 | 3,6 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,3 | 4,4 | 4,8 | 4,8 | 4,9 | 5,2 | 5,6 |
| | Толщина отолида, мм | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Самцы | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | - | - | - | - |
| Самки | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,4 | 1,4 |
| | Масса отолида, мг | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Самцы | 2,7 | 3,5 | 6,2 | 10,5 | 9,8 | 11,7 | 13,2 | 17,5 | 17,9 | 15,6 | 22,0 | 23,4 | 22,5 | - | - | - | - |
| Самки | 1,5 | 3,5 | 7,0 | 8,4 | 11,5 | 12,1 | 18,3 | 22,7 | 25,5 | 26,5 | 27,6 | 29,4 | 40,5 | 46,0 | 51,0 | 55,4 | 59,9 |
| | Отношение длины к ширине отолида | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Самцы | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,5 | 1,6 | - | - | - | - |
| Самки | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,5 |
| | Средняя длина рыбы, см | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Самцы | 12,1 | 11,2 | 14,5 | 17,4 | 17,5 | 19,2 | 20,3 | 23,3 | 23,5 | 22,8 | 26,2 | 27,9 | 27,0 | - | - | - | - |
| Самки | 7,2 | 11,0 | 14,6 | 16,0 | 19,5 | 18,9 | 24,0 | 26,8 | 29,1 | 29,6 | 29,9 | 29,9 | 36,6 | 31,2 | 36,3 | 37,7 | 39,2 |

мость от линейных размеров, которая доказана многими исследователями [3, 6, 16–24], в том числе и по речной камбале [15], самый низкий коэффициент детерминации составил 0,9308 (рис. 1а–1в). В то же время весовой рост выражается степенной функцией, коэффициент детерминации также очень высок и составил у самок 0,9521, у самцов – 0,9846 (рис. 1г). У самок длиной более 35 см происходит резкое увеличение размеров отолида, особенно это видно на примере роста массы отолида (рис. 1г), по-

добное явление отмечено у речной камбалы р.Северная Двина Двинского залива Белого моря [15]. Средние значения измеренных параметров отолидов даны в табл. 1.

Совершенно другая картина наблюдается при отношении параметров отолида к возрасту (рис. 2). С периода начала созревания, т.е. около шести-семилетнего возраста, они становятся крупнее у самок. У молоди речной камбалы рост отолидов происходит одинаково, независимо от пола,

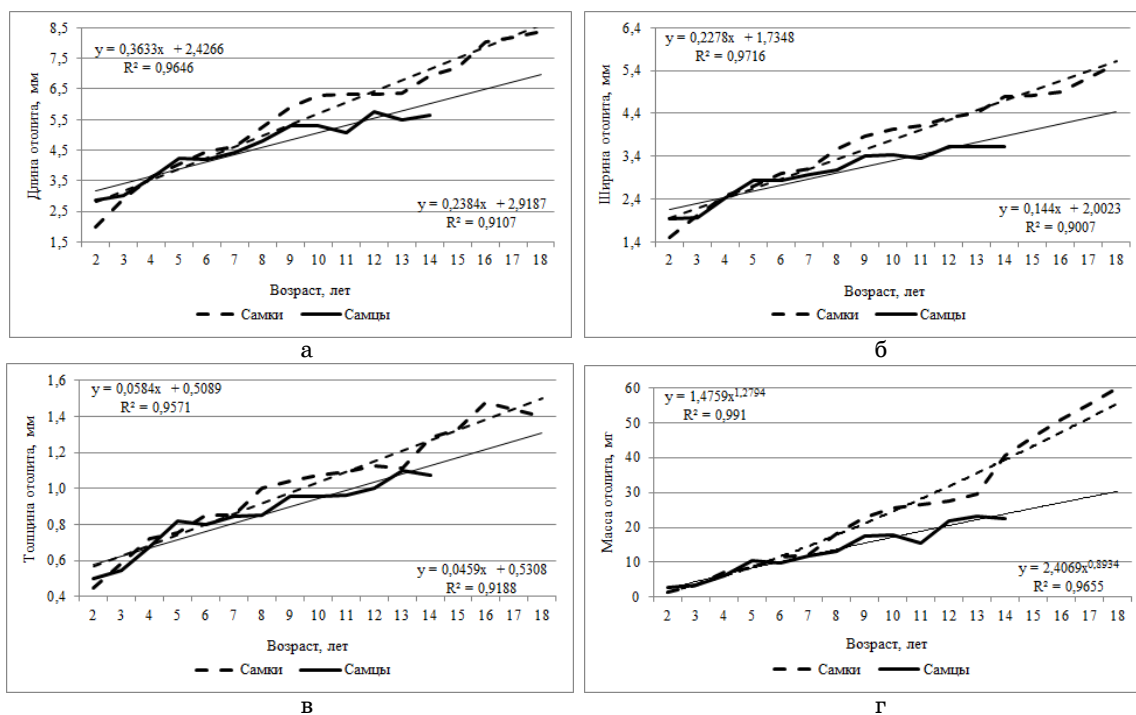


Рис.2. Зависимость измеряемых параметров отолидов от возраста рыбы: а) длина; б) ширина; в) толщина; г) масса отолида.

Fig.2. Dependence of the measured parameters of otoliths on fish age: a) length; b) width; c) thickness; d) otolith mass.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции измеренных параметров отолиита к длине, массе тела и возрасту речной камбалы

Table 2

Correlation coefficients of the measured parameters of otolith to the length and age of the river flounder

| Признаки | Длина тела | Масса тела | Возраст рыбы | Длина отолиита | Ширина отолиита | Толщина отолиита |
|------------------|------------|------------|--------------|----------------|-----------------|------------------|
| Самцы | | | | | | |
| Масса тела | 0,9481 | - | - | - | - | - |
| Возраст рыбы | 0,8285 | 0,7911 | - | - | - | - |
| Длина отолиита | 0,9380 | 0,8512 | 0,8261 | - | - | - |
| Ширина отолиита | 0,9441 | 0,8660 | 0,7874 | 0,9435 | - | - |
| Толщина отолиита | 0,8746 | 0,7849 | 0,7500 | 0,8681 | 0,8942 | - |
| Масса отолиита | 0,9515 | 0,9251 | 0,8550 | 0,9337 | 0,9434 | 0,9118 |
| Самки | | | | | | |
| Масса тела | 0,9344 | - | - | - | - | - |
| Возраст рыбы | 0,8879 | 0,8348 | - | - | - | - |
| Длина отолиита | 0,9440 | 0,8730 | 0,8593 | - | - | - |
| Ширина отолиита | 0,9505 | 0,8771 | 0,8752 | 0,9607 | - | - |
| Толщина отолиита | 0,9109 | 0,8332 | 0,8330 | 0,9277 | 0,9344 | - |
| Масса отолиита | 0,9510 | 0,9427 | 0,8907 | 0,9388 | 0,9479 | 0,9117 |

затем у самок скорость роста отолиитов увеличивается с ростом размеров рыбы.

Т.Д. Баранова [4] отмечает, как одну из характеристик отолиитов, отношение «длина/ширина». У самок по возрасту оно составило 1,33–1,63, средняя – 1,49, у самцов 1,46–1,58, средняя – 1,52; по длине у самок – 1,26–1,59, средняя – 1,48, у самцов – 1,32–1,63, средняя – 1,49. При анализе этого отношения выявлено, что на протяжении всей жизни рыбы данный показатель носит случайный характер, не зависит от возраста, длины и пола рыбы.

В ходе проведения исследований были проведены расчеты коэффициентов корреляции, результаты представлены в табл. 2. Более высокие значения отмечены у самок почти по всем проведенным расчетам. У обоих полов масса отолиита наиболее коррелирует с длиной тела и возрастом.

Анализ проведенных исследований и расчетов позволяет сделать следующие выводы:

- отолииты растут в течение всей жизни;
- длина, ширина и толщина отолиитов изменяются прямо пропорционально длине тела рыбы и не зависят от пола, масса отолиитов имеет степенную зависимость;
- длина, ширина, толщина и масса отолиитов имеют иную зависимость по отношению к возрасту;
- при достижении шести-семи летнего возраста у самок наблюдается увеличение размеров отолиита по сравнению с самцами;
- у самок речной камбалы при достижении длины более 35 см и возраста около семи лет происходит резкое увеличение размеров отолиита;
- отношение длины к ширине отолиита носит случайный характер с ростом и развитием рыбы;
- значения коэффициентов корреляции выше у самок почти по всем проведенным расчетам.

Литература

1. *Campana S.E., Casselman J.M.* Stock discrimination using otolith shape analysis // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1993. Vol. 50. P. 1062–1083.
2. *Мягких К.А., Коростелёв С.Г.* Оценка морфологических различий двухлинейной камбалы из Кроноцкого и Авачинского заливов методом отолиитометрии // Тезисы докладов Всероссийской конференции молодых ученых. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2001. С. 37–38.
3. *Мина М.В.* Отолит как регистрирующая структура: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1967. 13 с.
4. *Баранова Т.Д., Бернер М.* Сравнительные результаты изучения структуры отолиитов трески из различных районов Балтики // *Fischerei-Forschung*. Rostok, 1984. №3. С. 59–67.
5. *Винников А.В., Давыденко В.А.* К вопросу о популяционной структуре тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus tilesius* (Gadidae) прикамчатских и сопредельных вод по результатам отолиитометрии // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа. П-Камчатский: КамчатНИРО, 1998. Вып. 4. С. 33–38.
6. *Легенькая С.А.* Возможности использования отолиитометрии для выяснения популяционной структуры наваги // *Известия ТИНРО*. 1999. Т. 126. С. 271–275.
7. *Begg G.A., Overholtz W.J., Munroe N.J.* The use of internal otolith morphometrics for identification of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) stocks on Georges Bank // *Fish. Bull.* 2001. Vol. 99. № 1. P. 1–14.
8. *Пащенко В.М., Грицай Е.В.* Географическая изменчивость морфологических признаков отолиитов минтая // *Известия ТИНРО*, 2001. Т. 128. С. 304–311.
9. *Jynsdyttir I.G., Campana S.E., Marteinsdottir G.* Otolith shape and temporal stability of spawning groups of Icelandic cod (*Gadus morhua* L.) // *ICES J. Mar. Sci.* 2006. Vol. 63. P. 1501–1512.
10. *Орлов А.М., Афанасьев П.К.* Отолиитометрия как инструмент анализа популяционной структуры тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* (Gadidae, Teleostei) // *Амурский зоологический журнал*. 2013. Вып. 3. С. 327–331.

11. *Castonguay M., Simard P., Gagnon P.* Usefulness of Fourier analysis of otolith shape for Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) stock discrimination // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1991. Vol. 48. No. 2. P. 296–302.
12. *Чешева З.А., Зимин А.В.* Использование отолитометрии для выяснения популяционной структуры круглой сардинеллы *Sardinella aurita* (clupeidae) центрально-восточной Атлантики // *Вопросы ихтиологии.* 2004. Т.44. № 5. С. 669–673.
13. *Orlov A.M., Abramov A.A., Stolyarova E.V.* Use of otolithometry to determine Asian short-raker rockfish population structure // *Biology, Assessment, and Management of North Pacific Rockfishes.* Alaska Sea Grant College Program. 2007. АК-SG-07-01. P. 207–221.
14. *Messieh S.N.* Use of otoliths in identifying herring stocks in the southern Gulf of St. Lawrence and adjacent waters // *J. Fish. Res. Board Can.* 1972. Vol. 29. N. 8. P. 1113–1118.
15. *Фукс Г.В.* Результаты отолитометрии речной камбалы дельты р. Северная Двина // *Труды II Международной научно-практической конференции «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов».* Архангельск: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. С. 63–66.
16. *Trouth G.C.* Otolith growth of the Barents Sea cod // *Rapp. P-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.,* 1954. 150:297–299.
17. *Templemana W., Squires H.J.* Relationship of otolith lengths and weights in the haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L.), to the growth of the fish // *Journal of the Fisheries Research Board of Canada,* 1956. 13:467–487.
18. *Harvey J.T., Loughlin T.R., Perez M.A., Oxman D.S.* Relationship between Fish Size and Otolith Length for 63 Species of Fishes from the Eastern North Pacific Ocean // *NOAA Technical Report NMFS.* 2000. 150. 38 p.
19. *Aydin R., Calta M., Dursun S. & Coban M.Z.* Relationships between fish lengths and otolith length in the population of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) inhabiting Keban Dam Lake // *Pakistan J. of Biol. Sci.* 2004. Vol. 7(9). P. 1550–1553.
20. *Svetocheva O., Stasenkova N., Fooks G.* Guide to the bony fishes otoliths of the White Sea // *IMR/PINRO Joint Report Series.* 2007. No.3. ISSN 1502–8828. 46 p.
21. *Battaglia P., Malara D., Romeo T. & Andaloro F.* Relationships between otolith size and fish size in some mesopelagic and bathypelagic species from the Mediterranean Sea (Strait of Messina, Italy) // *Scientia Marina.* 2010. Vol. 74(3). P. 605–612.
22. *Dehghani M., Kamrani E., Salarpouri A. & Kamali E.* Relationship between fish length and otolith dimensions (length, width) and otolith weight of *Sardinella sindensis*, as index for environmental studies, Persian Gulf, Iran // *J. of Fisheries and Livestock Production.* 2015. Vol. 3(2). P. 1–5.
23. *Фукс Г.В.* Зависимость длины отолита от длины тела беломорской сельди (*Clupea palasi marisalbi*) // *Арктика: экология и экономика.* 2013. № 4. С. 81–83.
24. *Seyfabadi J., Afshari M. & Valinassab T.* Note otolith morphology and body size relationships of *Nemipterus japonicus* (Bloch, 1791) in the northern Oman Sea // *Indian Journal of Fisheries.* 2014. Vol. 61(2). P. 112–117.

References

1. *Campana S.E., Casselman J.M.* Stock discrimination using otolith shape analysis // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1993. Vol. 50. P. 1062–1083.
2. *Myagkikh K.A., Korostelyov S.G.* Ocenka morfologicheskikh razlichij dvuhlinejnoj kambaly iz Kronockogo i Avachinskogo zalivov metodom otolitometrii [Assessment of morphological differences of bilinear flounder from the Kronotsky and Avachinsky gulfs by the method of otolithometry] // *Abstracts of papers of All-Russia Conf. of young scientists.* Vladivostok: TINRO-Center, 2001. P. 37–38.
3. *Mina M.V.* Otolit kak registriruyushchaya struktura [Otolith as a registering structure]: Abstract of diss... *Cand. Sci. (Biology).* Moscow, 1967. 13 p.
4. *Baranova T.D., Berner M.* Sravnitel'nye rezultaty izucheniya struktury otolitov treski iz razlichnyh rajonov Baltiki [Comparative results of the study of the structure of cod otoliths from different regions of the Baltic sea] // *Fischerei-Forschung.* Rostok, 1984. №3. P. 59–67.
5. *Vinnikov A.V., Davydenko V.A.* K voprosu o populyacionnoj strukture tihookeanskoj treski *Gadus macrocephalus tilesius* (Gadidae) prikamchatskih i sopredel'nyh vod po rezul'tatam otolitometrii [To the problem of population structure of Pacific cod *Gadus macrocephalus tilesius* (Gadidae) of the Kamchatka and adjacent waters according to the results of otolithometry] // *Issledovaniya biologii i dinamiki chislennosti promyslovyh ryb Kamchatskogo shel'fa* [Study of biology and dynamics of the number of commercial fish of the Kamchatka shelf]. P-Kamchatsky: KamchatNIRO, 1998. Issue 4. P. 33–38.
6. *Legen'kaya S.A.* Vozmozhnosti ispol'zovaniya otolitometrii dlya vyyasneniya populyacionnoj struktury navagi [The possibility of using otolithometry to determine the population structure of navaga] // *TINRO Proc.* 1999. Vol. 126. P. 271–275.
7. *Begg G.A., Overholtz W.J., Munroe N.J.* The use of internal otolith morphometrics for identification of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) stocks on Georges Bank // *Fish. Bull.* 2001. Vol. 99. No. 1. P. 1–14.
8. *Pashchenko V.M., Gritsai E.V.* Geograficheskaya izmenchivost' morfologicheskikh priznacheniy

- kov otolithov mintaya [Geographical variability of otolith morphological features of Alaska Pollock] // TINRO Proc., 2001. Vol.128. P. 304–311.
9. *Jynsdyttir I.G., Campana S.E., Marteinsdottir G.* Otolith shape and temporal stability of spawning groups of Icelandic cod (*Gadus morhua* L.) // ICES J. Mar. Sci. 2006. Vol. 63. P. 1501–1512.
 10. *Orlov A.M., Afanasyev P.K.* Otolitometriya kak instrument analiza populyacionnoj struktury tihookeanskoj treski *Gadus macrocephalus* (Gadidae, Teleostei) [Otolithometry as a tool for analysis of population structure of Pacific cod *Gadus macrocephalus* (Gadidae, Teleostei)] // Amur Zoological J. 2013. Issue 3. P. 327–331.
 11. *Castonguay M., Simard P., Gagnon P.* Usefulness of Fourier analysis of otolith shape for Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) stock discrimination // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1991. Vol. 48. No. 2. P. 296–302.
 12. *Chesheva Z.A., Zimin A.V.* Ispol'zovanie otolitometrii dlya vyyasneniya populyacionnoj struktury krugloj sardinelly *Sardinella aurita* (clupeidae) central'no-vostochnoj Atlantiki [The use of otolithometry to determine the population structure of the round sardinella *Sardinella aurita* (clupeidae) of the Central-Eastern Atlantic] // J. of Ichthyology. 2004. Vol. 44. № 5. P. 669–673.
 13. *Orlov A.M., Abramov A.A., Stolyarova E.V.* Use of otolithometry to determine Asian short-raker rockfish population structure // Biology, Assessment, and Management of North Pacific Rockfishes. Alaska Sea Grant College Program. 2007. AK-SG-07-01. P. 207–221.
 14. *Messieh S.N.* Use of otoliths in identifying herring stocks in the southern Gulf of St. Lawrence and adjacent waters // J. Fish. Res. Board Can. 1972. Vol. 29. No. 8. P. 1113–1118.
 15. *Fuks G.V.* Rezul'taty otolitometrii rechnoj kambaly del'ty r. Severnaya Dvina [The results of otolithometry of river flounder of the Delta of the Northern Dvina] // Trudy vtoroj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Vodnye bioresursy, akvakul'tura i ekologiya vodoemov» [Proc. of the 2nd Intern. Sci.-Pract. Conf. "Water bioresources, aquaculture and ecology of water bodies". Arkhangel'sk: VPO "KGTU" Publ., 2014. P. 63–66.
 16. *Trouth G.C.* Otolith growth of the Barents Sea cod // Rapp. P-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer., 1954. 150:297–299.
 17. *Templemana W., Squires H.J.* Relationship of otolith lengths and weights in the haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L.), to the growth of the fish // J. of the Fisheries Research Board of Canada, 1956. 13:467–487.
 18. *Harvey J.T., Loughlin T.R., Perez M.A., Oxman D.S.* Relationship between Fish Size and Otolith Length for 63 Species of Fishes from the Eastern North Pacific Ocean // NOAA Technical Report NMFS. 2000. 150. 38 p.
 19. *Aydin R., Calta M., Dursun S. & Coban M.Z.* Relationships between fish lengths and otolith length in the population of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) inhabiting Keban Dam Lake // Pakistan J. of Biol. Sci. 2004. Vol. 7(9). P. 1550–1553.
 20. *Svetocheva O., Stasenkov N., Fooks G.* Guide to the bony fishes otoliths of the White Sea // IMR/PINRO Joint Report Series. 2007. No. 3. ISSN 1502-8828. 46 p.
 21. *Battaglia P., Malara D., Romeo T. & Andaloro F.* Relationships between otolith size and fish size in some mesopelagic and bathypelagic species from the Mediterranean Sea (Strait of Messina, Italy) // Scientia Marina. 2010. Vol. 74(3). P. 605–612.
 22. *Dehghani M., Kamrani E., Salarpouri A. & Kamali E.* Relationship between fish length and otolith dimensions (length, width) and otolith weight of *Sardinella sindensis*, as index for environmental studies, Persian Gulf, Iran // J. of Fisheries and Livestock Production. 2015. Vol. 3(2). P. 1–5.
 23. *Fuks G.V.* Zavisimost' dliny otolita ot dliny tela belomorskoj sel'di (*Clupea pallasii marisalbi*) [Dependence of the length of otolith on the body length of the White sea herring (*Clupea pallasii marisalbi*)] // Arctic: ecology and economy. 2013. № 4. P. 81–83.
 24. *Seyfabadi J., Afshari M. & Valinassab T.* Note otolith morphology and body size relationships of *Nemipterus japonicus* (Bloch, 1791) in the northern Oman Sea // Indian J. of Fisheries. 2014. Vol. 61(2). P. 112–117.

Статья поступила в редакцию 19.08.2019.