

ЗООЛОГИЯ

Научная статья

УДК 581.9:574.583

doi: 10.17072/1994-9952-2023-1-40-50

Репродуктивные характеристики синца *Ballerus ballerus* (Linnaeus, 1758) Камского водохранилища

**С. Н. Казаринов¹✉, А. А. Каралаш^{1,2}, Л. В. Комарова^{1,2}, М. А. Бакланов²,
С. В. Поносов¹**

¹ Пермский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПермНИРО»), Пермь, Россия

² Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

Автор, ответственный за переписку: Семен Николаевич Казаринов, kazarinov@permniro.ru

Аннотация. Проанализированы возрастная и половая структуры нерестовой части популяции синца, основанные на материале, собранном в верхнем районе Камского плеса Камского водохранилища в 2019–2022 гг. Возрастная структура синца характеризуется высокой численностью старших групп, что обусловлено селективным воздействием промысла. В сравнении с более ранними данными по возрастной структуре в водохранилище установлено сокращение сроков полового созревания рыб, которое в настоящее время приурочено к 5-годовалому возрасту для самцов, и к 6-годовалому возрасту – для самок. Выявлено, что продолжительность жизни рыб увеличилась до 17-годовалого возраста. Проведено исследование плодовитости синца на 87 самках, представленных 11 возрастными группами. Установлено, что пределы варьирования индивидуальной абсолютной плодовитости (ИАП) превышают более ранние данные, минимальное значение ИАП составило 8.6 тыс. икринок, максимальное – 78.8 тыс. икринок. Установлено, что с возрастом воспроизводительная способность самок синца Камского водохранилища сохраняется на высоком уровне и характеризуется ростом средних значений индивидуальной относительной плодовитости до 10-годовалого возраста, максимальные средние значения относительной плодовитости наблюдаются у 15-годовалых рыб.

Ключевые слова: Камское водохранилище, *Ballerus ballerus*, плодовитость, воспроизводительная способность

Для цитирования: Репродуктивные характеристики синца *Ballerus ballerus* (Linnaeus, 1758) Камского водохранилища / С. Н. Казаринов, А. А. Каралаш, Л. В. Комарова, М. А. Бакланов, С. В. Поносов // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2023. Вып. 1. С. 40–50. <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2023-1-40-50>.

ZOOLOGY

Original article

Reproductive characteristics of the blue bream *Ballerus ballerus* (Linnaeus, 1758) of the Kama reservoir

**S. N. Kazarinov¹✉, A. A. Karalash^{1,2}, L. V. Komarova^{1,2}, M. A. Baklanov²,
S. V. Ponosov¹**

¹ Perm Branch «VNIRO», Perm, Russia

² Perm State University, Perm, Russia

Corresponding author: Semen N. Kazarinov, kazarinov@permniro.ru

Abstract. This paper presents the age and sex structure of the spawning part of the blue bream population in the Kama reservoir in 2019–2022. The age structure of the blue bream is characterized by a high number of older groups, which is associated with the peculiarity of fishing in the Kama reservoir. In comparison with earlier data on the reservoir, a reduction in the timing of fish puberty has been established, currently timed to the 5-year-old age for males, and to the 6-year-old age for females. It was revealed that the life expectancy of fish increased to 17 years of age. A study of fertility of blue bream was carried out on 87 females represented by 11 age groups. The limits of variation of individual absolute fecundity have been determined to exceed the earlier data, the minimum of individual absolute fecundity is 8.6 thousand eggs, the maximum of individual absolute fecundity is 78.8 thousand eggs. It is shown, that the reproductive ability of the females of the blue bream in the Kama reser-

voir remains at a high level and is characterized by increase in the average values of individual relative fertility up to 10 years of age, the maximum average values of relative fertility are observed in 15-year-old fish.

Keywords: Kama reservoir, *Ballerus ballerus*, fecundity, reproductive ability

For citation: Kazarinov S. N., Karalash A. A., Komarova L. V., Baklanov M. A., Ponosov S. V. [Reproductive characteristics of the blue bream *Ballerus ballerus* (Linnaeus, 1758) of the Kama reservoir]. *Bulletin of the Perm University. Biology*. Iss. 1 (2023): pp. 40-50. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2023-1-40-50>.

Введение

Синец *Ballerus ballerus* (Linnaeus, 1758) – широко распространённый пелагический вид, обитающий в реках, впадающих в Балтийское, Северное, Каспийское, Чёрное и Азовские моря [Берг, 1949; Komrowski, Blaszczyk, 1997; Цепкин, Решетников, 2003; Piech, Kujawa, 2021]. Типичными местообитаниями синца являются участки рек с медленным течением или, преимущественно, проточные озера. В то же время синец встречается и в прибрежных солоноватых участках морей, в придельтовой осолоненной зоне [Берг, 1949; Цепкин, Решетников, 2003].

До зарегулирования стока р. Камы каскадом водохранилищ синец не являлся многочисленным видом [Меньшиков, 1939]. С образованием Камского водохранилища условия нагула рыб улучшились, что привело к увеличению численности синца в водоёме [Пушкин, Богданова, 1969]. Наиболее массовые скопления синца приурочены к верхнему району Камского плеса, в котором сложились наиболее благоприятные условия для его размножения и расположены основные нерестилища вида. Высокая численность синца в этом районе обуславливает его значимость как объекта промысла. Среднегодовая доля улова синца за период 2017–2018 гг. составляла 8.0% всего вылова рыбы, в то же время, в целом по водохранилищу за этот период доля вида составляла 2.7% всего вылова рыбы [Казаринов и др., 2021].

Несмотря на широкое распространение и важность для промышленного рыболовства, репродуктивные особенности синца Камского водохранилища мало изучены. Темпы полового созревания, возрастная структура и плодовитость вида на протяжении существования водоема описывались на ограниченном количестве материала, объемы выборок составляли от 19 до 45 шт., представленная ретроспективная информация не позволяет оценить возрастные изменения плодовитости [Пушкин, Богданова, 1969; Пушкин, 1988; Мельникова и др., 2007].

Цель исследования – провести анализ возрастной и половой структуры нерестовой части популяции вида, определить показатели плодовитости синца. Сравнить полученные результаты с ретроспективными данными и популяциями других водоемов, на основании чего оценить состояние вида на современном этапе существования водоема.

Материал и методы исследований

В работе использован ихтиологический материал, собранный в период 2019–2022 гг. в верхнем районе Камского плеса Камского водохранилища (рис. 1). Сбор материала осуществлялся в преднерестовый и нерестовый период, а также в осенне-зимний период на промысловых участках. Рыбу отлавливали ставными сетями с ячеей 30, 35, 36, 40, 45, 50, 55 и 60 мм. Для исследования плодовитости в преднерестовый период в мае 2022 г. было отобрано 87 самок, длиной от 23 до 34 см, относящихся к 11 возрастным группам – рыбам 6–16-годовалого возраста. Гонады рыб в момент взятия навески находились на IV стадии зрелости. Стадии развития гонад оценивали по шестибальной шкале.

Сбор и обработка биологического материала осуществлялись согласно общепринятым ихтиологическим методикам [Правдин, 1966; Судаков и др., 2011; Решетников, Попова, 2015]. Измерения осуществляли на свежесобранном материале. Длину рыб измеряли до конца чешуйного покрова (SL) с точностью до 0.1 см. Массу рыб определяли с точностью до 1 г. Массу гонад измеряли с точностью 0.1 г. Навески икры измерялись с точностью до 0.01 г. Возраст рыб определяли по чешуе с использованием стереоскопического микроскопа МБС-10, в целях контроля определения возраста чешуя просматривалась двумя операторами.

Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) определялась по формуле

$$ИАП = \frac{q_{гон} \times n}{q_{нав}},$$

где $q_{гон}$ – масса гонад, $q_{нав}$ – масса навески, n – число икринок в навеске.

Индивидуальная относительная плодовитость (ИОП) вычислялась в двух вариантах. В первом (ИОП₁) определялось число икринок на 1 г массы тела рыбы без внутренностей, почки также удалялись [Правдин, 1966], по формуле

$$ИОП_1 = \frac{ИАП}{q},$$

где q – масса рыбы без внутренностей.

Во втором варианте (ИОП₂) определялось число икринок на 1 г общей массы рыбы по формуле

$$ИОП_2 = \frac{ИАП}{Q},$$

где Q – общая масса рыбы.

Полученные результаты обработаны по стандартным статистическим методикам [Плохинский, 1980]. Вычисления осуществлялись с помощью программы Microsoft Excel.

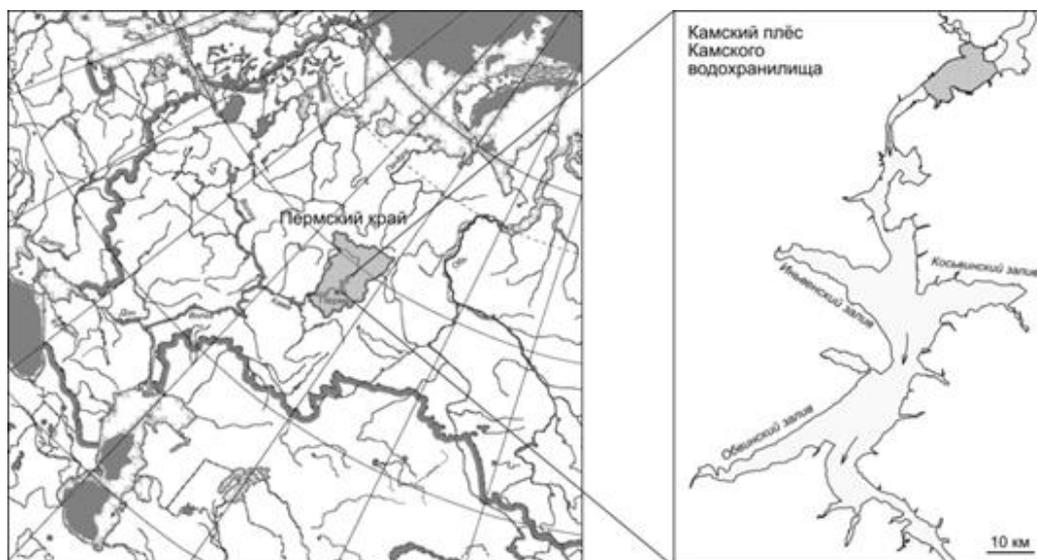


Рис. 1. Место сбора ихтиологического материала (заштрихованный участок) на Камском водохранилище в 2019–2022 г.

[A collecting site of ichthyological material (shaded area) at the Kama reservoir in 2019-2022]

Результаты и их обсуждение

Возрастная и половая структура

Возрастная структура нерестовой части популяции синца в верхнем районе Камского водохранилища была представлена 13 возрастными группами – особями 5–17-годовалого возраста. Соотношение самцов и самок в нерестовом стаде варьировало в зависимости от года исследований. При этом, как в 2019 так и в 2022 г., начиная с размерного класса 29.5 см (рыбы длиной 29–29.9 см), соответствующего 10-годовалому возрасту, самки количественно преобладали над самцами (табл. 1). Для синца в пределах ареала характерно варьирование соотношения самцов и самок в уловах, что наблюдается как в нерестовых скоплениях, так и в нагульный периоды [Пушкин, Богданова, 1969; Никитин, 2003, 2006; Иванчева, Иванчев, 2009; Северов, 2012; Герасимов, 2015].

Таблица 1

Размерная и половая структура синца Камского водохранилища в преднерестовый и нерестовый период в мае 2019 и 2022 гг.

[The size and sex structure of the blue bream of the Kama reservoir in the pre-spawning and spawning period in May 2019 and 2022]

Длина, см	2019 г.			2022 г.		
	Самцы, %	Самки, %	Число экз.	Самцы, %	Самки, %	Число экз.
22–22.9	100	–	1	75	25	4
23–23.9	–	–	–	92	8	25
24–24.9	100	–	2	75	25	24
25–25.9	36	64	25	44	56	18
26–26.9	59	41	53	79	21	137
27–27.9	39	61	28	71	29	69
28–28.9	73	27	15	44	56	18
29–29.9	35	65	14	19	81	16
30–30.9	26	74	19	27	73	15
31–31.9	–	100	7	19	81	16
32–32.9	–	100	13	11	89	9
33–33.9	–	100	11	40	60	5
34–34.9	–	100	3	–	100	4
Всего, экз.	75	116	191	230	130	360

Предельный возраст жизни синца в первое десятилетие существования водоема составлял 11+ лет при максимальной длине 33 см и массе 620 г. [Пушкин, Богданова, 1969]. А.Г. Мельникова с соавт. [2007] в качестве предельного возраста указывают 14+ лет при длине рыб 36.3 см и максимальной массе 790 г. По результатам наших исследований было установлено увеличение продолжительности жизни синца в Камском водохранилище: в преднерестовых уловах был отмечен 14-годовалый самец, имеющий длину 33.0 см и массу 545 г и 17-годовалая самка, имеющая длину 36.3 см и массу 706 г. Увеличение продолжительности жизни синца, в сравнении с первыми десятилетиями существования водоема, было отмечено и на других водохранилищах Волго-Камского каскада [Северов, 2012; Герасимов, 2015]. В настоящее время продолжительность жизни синца Камского водохранилища соответствует таковой для рыб водоемов центральной части России [Иванчев, Иванчева, 2010; Северов, Сайфуллин, 2011; Герасимов, 2015].

Возрастная структура синца Камского водохранилища характеризуется высокой численностью старшевозрастных групп. В уловах синца, имеющего размеры свыше 22 см, на долю особей длиной более 30 см (соответствующих 10-годовалому возрасту и старше), в 2019 г. приходилось 18.8% рыб из общего числа обследованных особей ($n = 653$), в 2021 г. – 14.9% ($n = 335$), в 2022 г. – 9.0% ($n = 946$). Высокая численность данных возрастных групп связана, очевидно, с особенностями промысла вида, для отлова которого в верхнем районе водохранилища применяются ставные сети ячеей 45 мм. Селективное воздействие этих сетей ведет к изъятию рыб размерных классов 26–29 см (длиной от 25.6 до 29.4 см), соответствующих 8–10-леткам (рис. 2). В то же время, использование промыслом ставных сетей с ячейей 50 мм, селективное воздействие которых направлено на отлов рыб размерных классов 28–31 см (длиной 27.6–31.4 см), ограничено, и, в большей мере, ориентировано на промысел судака, что приводит к иному пространственному расположению сетей в водоеме, в связи с чем относительные уловы синца в ставных сетях с ячейей 50 мм незначительны.

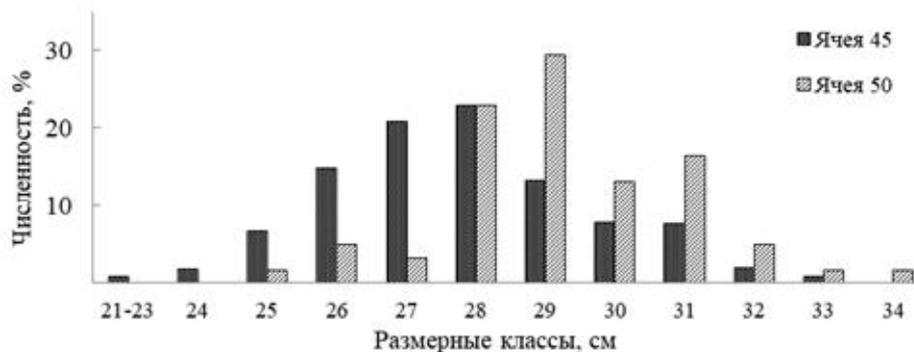


Рис. 2. Размерная структура уловов синца ячейей 45 мм ($n = 510$, промысловое усилие 538 ед.) и 50 мм ($n = 61$, промысловое усилие 295 ед.) в верхнем районе Камского водохранилища в осенне-зимний период в 2019–2021 гг. Промысловое усилие – сеть длиной 75 м, высотой 1 м, простоявшая сутки

[The size structure of the catches of blue bream with meshes of 45 mm ($n=510$, fishing effort of 538 units) and 50 mm ($n=61$, fishing effort of 295 units) in the upper region of the Kama reservoir in the autumn-winter period in 2019-2021. Fishing effort – a net 75 m long, 1 m high, standing during a day]

Наблюдаемая размерная структура промыслового изъятия синца на водоеме обеспечивает как высокую численность пополнения нерестового стада (рыб возрастов 5+ – 7+ лет), так и дальнейшее сохранение основы нерестового стада – особей старших возрастов, имеющих максимальные показатели абсолютной плодовитости, что позволяет поддерживать воспроизводство популяции синца в Камском водохранилище на высоком уровне. Противоположная ситуация наблюдалась в Куйбышевском водохранилище, где промысел синца ставными сетями был ориентирован на изъятие наиболее крупных особей, что привело к низкой встречаемости рыб, возрастом старше 9 лет. Подобное селективное воздействие промысла оказывало негативное влияние на нерестовое стадо [Северов, Сайфуллин, 2011].

Половое созревание

В первое десятилетие существования Камского водохранилища, по данным Ю.А. Пушкина и Г.И. Богдановой [1969], синец созревал в 6–7-годовалом возрасте, минимальные размеры исследованных самок и самцов составляли 24 см. В пределах ареала сроки начала полового созревания рыб составляют 3–5 лет для самцов при длине тела от 18 см, самки созревают на год позднее – от 20 см [Karabanowicz, Kompowski, 1994; Kompowski, Blaszczyk, 1997; Евланов, Козловский, Антонов, 1998; Северов, Сайфуллин, 2011]. Более поздние сроки полового созревания синца Камского водохранилища обусловлены самым северным расположением водоема, являющегося первым в каскаде водохранилищ на р. Каме, что оказывает влияние на условия нагула рыб.

По результатам наших исследований было установлено, что сроки полового созревания рыб ускори-

лись, и в настоящее время половое созревание самцов приурочено к пятигодовалому возрасту, самки созревают на год позже. Минимальная длина зрелых самцов в нерестовых уловах составляла 22.1 см, зрелых самок – 23.0 см. Массовое половое созревание самцов происходит в 7-годовалом возрасте, самок – в 8-годовалом возрасте. Анализ стадий зрелости гонад синца из уловов рыб ячеей 45 и 50 мм, проведенный в декабре 2022 г., показал, что в исследованной выборке ($n = 71$) встречались самцы и самки возрастом 9+ лет и младше, гонады которых находились на II-й стадии зрелости. Это может свидетельствовать как о возможности позднего полного полового созревания рыб в популяции, так и о вероятности пропуска следующего нереста этими особями.

Плодовитость

Индивидуальная абсолютная плодовитость (*ИАП*) самок синца в 2022 г. варьировала от 8.6 до 78.7 тыс. икринок (табл. 2), что также отличается от более ранних данных Ю.А. Пушкина и Г.И. Богдановой [1969], определивших пределы варьирования *ИАП* синца в Камском водохранилище от 13.9 до 63.06 тыс. икринок и А.Г. Мельниковой с соавт. [2007], указавшими в качестве максимальной *ИАП* – 78 тыс. икринок.

Таблица 2

Биологические показатели самок синца в сетных уловах на Камском водохранилище в мае 2022 г.
[Biological indicators of the females of the blue bream in net catches at the Kama reservoir in May 2022]

Возраст, годы	Длина, мм	Масса, г	<i>ИАП</i> , тыс. икр.	<i>ИОП</i> ₁ , икр./г	<i>ИОП</i> ₂ , икр./г	Число экз.
6	<u>241.3 ± 7.4</u> 232 – 256	<u>226.0 ± 19.6</u> 192 – 260	<u>10.2 ± 1.0</u> 8.6 – 11.9	<u>51.4 ± 4.9</u> 42.8 – 59.8	<u>45.7 ± 4.5</u> 37.9 – 53.3	3
7	<u>255.9 ± 2.1</u> 241 – 280	<u>267.6 ± 6.4</u> 227 – 330	<u>20.4 ± 1.4</u> 12.3 – 35.7	<u>85.7 ± 4.3</u> 55.8 – 122.9	<u>75.6 ± 4.4</u> 49.6 – 139.5	22
8	<u>272.5 ± 1.8</u> 261 – 282	<u>328.3 ± 6.4</u> 293 – 360	<u>28.0 ± 2.2</u> 18.8 – 37.9	<u>101.7 ± 8.0</u> 71.0 – 141.5	<u>84.9 ± 6.1</u> 61.3 – 117.0	11
9	<u>282.3 ± 2.6</u> <u>267 – 293</u>	<u>361.4 ± 8.4</u> <u>329 – 396</u>	<u>35.4 ± 1.9</u> <u>29.3 – 45.3</u>	<u>119.3 ± 6.4</u> <u>94.0 – 148.1</u>	<u>98.1 ± 4.6</u> <u>80.0 – 118.8</u>	10
10	<u>293.0 ± 2.4</u> 283 – 309	<u>394.6 ± 4.7</u> 373 – 416	<u>42.3 ± 2.1</u> 33.9 – 52.5	<u>129.3 ± 5.6</u> 107.1 – 153.5	<u>107.1 ± 4.8</u> 89.7 – 129.5	10
11	<u>299.3 ± 3.2</u> 280 – 320	<u>430.0 ± 11.2</u> 340 – 475	<u>40.0 ± 1.5</u> 33.7 – 49.2	<u>114.4 ± 6.0</u> 90.4 – 155.7	<u>93.4 ± 4.4</u> 76.0 – 123.6	10
12	<u>310.8 ± 0.9</u> 305 – 315	<u>489.2 ± 5.9</u> 462 – 522	<u>51.9 ± 2.8</u> 39.2 – 68.0	<u>131.0 ± 7.0</u> 93.6 – 167.0	<u>105.9 ± 5.3</u> 78.1 – 133.4	11
13	<u>312.0 ± 4.2</u> 306 – 320	<u>526.3 ± 10.4</u> 508 – 544	<u>57.8 ± 2.6</u> 53.9 – 62.7	<u>137.5 ± 7.5</u> 124.7 – 150.6	<u>109.7 ± 3.9</u> 102.2 – 115.2	3
14	<u>325.5 ± 4.5</u> 321 – 330	<u>561.5 ± 1.5</u> 560 – 563	<u>53.1 ± 1.7</u> 51.4 – 54.8	<u>116.8 ± 4.4</u> 112.4 – 121.2	<u>94.6 ± 3.3</u> 91.3 – 97.8	2
15	<u>330.0 ± 10.0</u> 320 – 340	<u>592.0 ± 18.0</u> 574 – 610	<u>68.3 ± 8.0</u> 60.3 – 76.3	<u>144.0 ± 14.2</u> 129.8 – 158.2	<u>115 ± 10.0</u> 105 – 125	2
16	<u>340.00 ± 5.3</u> 330 – 348	<u>710.0 ± 11.4</u> 694 – 732	<u>71.9 ± 3.4</u> 68.2 – 78.8	<u>123.8 ± 3.8</u> 118.5 – 131.3	<u>101.2 ± 3.2</u> 97.6 – 107.6	3

Примечание. Над чертой – среднее арифметическое значение показателя (*M*), ошибка среднего (*SE*), под чертой – пределы варьирования показателя (*min–max*).

Показатели *ИАП* синца Камского водохранилища не отличаются от таковых в пределах ареала распространения вида, которые варьируют от 4.1 тыс. икринок в бассейне среднего течения р. Оки [Иванчева, Иванчев, 2019] до 112.9 тыс. икринок для синца дельты р. Одера [Karabanowicz, Kompowski, 1994]. В водохранилищах, относящихся к Волго-Камскому каскаду, *ИАП* синца была определена на уровне 4.2–73.0 тыс. икринок для Куйбышевского водохранилища [Северов, 2012] и от 7 до 62 тыс. икринок в Рыбинском водохранилище [Герасимов, 2015].

Зависимость *ИАП* синца Камского водохранилища от длины (*L*), массы (*Q*) и возраста рыб (*A*), наиболее точно описывается линейной функцией $y = ax - b$, коэффициенты которой приведены в табл. 3.

В сравнении с популяцией синца ниже расположенного Куйбышевского водохранилища, синец в Камском водохранилище имеет более поздние сроки полового созревания, что в итоге определяет значительную разницу показателей *ИАП* в одинаковых возрастных группах рыб (рис. 3). При сравнении динамики *ИАП* между размерными группами рыб двух водохранилищ, разница в плодовитости рыб менее выражена (рис. 4). При этом, начиная с размерной группы 28–30 см, показатели *ИАП* синца Камского водохранилища практически не уступают таковым синца Куйбышевского водохранилища (39.4 тыс. и

39.9 тыс. икринок для размерной группы 28–30 см и 47.2 и 47.3 тыс. икринок для размерной группы 30–32 см соответственно).

Таблица 3

Коэффициенты уравнения линейной функции зависимости индивидуальной абсолютной плодовитости от длины (L), массы (Q) и возраста (A) синца Камского водохранилища в мае 2022 г.
[The coefficients of the equation of the linear function of the dependence of individual absolute fecundity on the length (L), mass (Q) and age (A) of the blue bream of the Kama reservoir in May 2022]

Показатели	Коэффициенты уравнения		R^2
	a	b	
L	565.58	124717	0.85
Q	129.92	13540	0.84
A	5772.6	19148	0.82

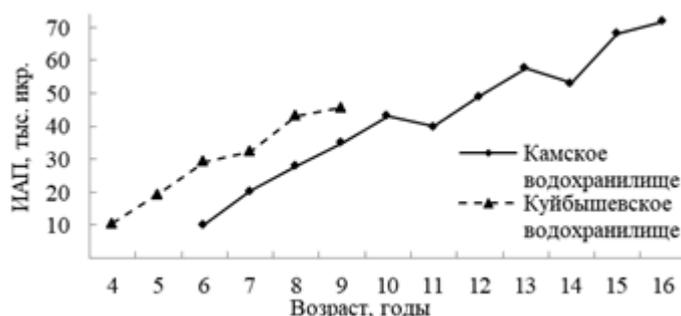


Рис. 3. Зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости (усредненные данные) синца от возраста в Камском (наши данные) и Куйбышевском водохранилищах [Северов, Сайфулин, 2011]

[The dependence of the individual absolute fecundity (averaged data) of blue bream on the age in the Kama reservoir [our data] and the Kuibyshev reservoir]

Снижение темпов прироста показателей $ИАП$ синца Куйбышевского водохранилища у данных размерных групп, по-видимому, обусловлено более ранними сроками наступления половой зрелости рыб в популяции, связанной с лучшими условиями нагула [Никольский, 1974]. Наиболее высокие темпы прироста плодовитости популяции синца Куйбышевского водохранилища наблюдаются у рыб, имеющих размеры 26–28 см, в последующих размерных группах динамика прироста данного показателя снижается.

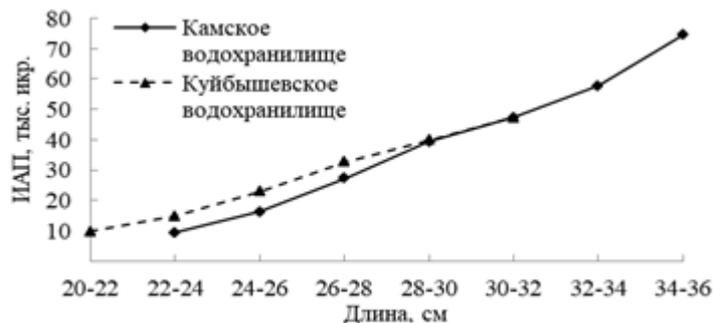


Рис. 4. Зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости (усредненные данные) синца от длины тела в Камском (наши данные) и Куйбышевском водохранилищах [Северов, Сайфулин, 2011]

[The dependence of the individual absolute fecundity (averaged data) of blue bream on body length in the Kama reservoir [our data] and the Kuibyshev reservoir]

В то же время, у синца Камского водохранилища, имеющего более поздние сроки полового созревания, затухание темпов прироста плодовитости не наблюдается, и в старших размерных группах рыб (длиной 30 см и более) динамика приростов $ИАП$ находится на высоком уровне (см. рис. 4, табл. 4).

Высокие показатели $ИАП$ в старших и, в том числе, терминальных возрастных группах, по нашему мнению, являются следствием улучшения условий нагула этих рыб. Косвенным подтверждением являются показатели высокой воспроизводительной способности самок синца в этих возрастах (рис. 5).

В исследованной выборке у синца до 10-годовалого возраста наблюдается увеличение средних значений индивидуальной относительной плодовитости по обоим рассчитанным показателям ($ИОП_1$ и $ИОП_2$). В 11-годовалом возрасте средние значения $ИОП$ снижаются (см. табл. 2) и, с дальнейшим увеличением

возраста рыб, не демонстрируют закономерных изменений, хотя для старшевозрастных самок отмечают-ся максимальные средние значения относительной плодовитости (рис. 6).

Таблица 4

Динамика изменения индивидуальной абсолютной плодовитости синца Камского водохранилища с изменением длины тела (SL)

[Dynamics of changes in the individual absolute fecundity of the blue bream in the Kama reservoir according change in body length (SL)]

Показатели	Размерные группы, см											
	23–24	24–25	25–26	26–27	27–28	28–29	29–30	30–31	31–32	32–33	33–34	34–35
ИАП, тыс. икринок	9.4	15.4	16.7	26.5	27.9	39.1	40	44.5	51.4	55.9	61.5	74.6
Прирост, %	–	163.8	108.4	158.7	105.3	140.1	102.3	111.3	115.5	108.8	110.0	121.3
Число экз.	2	5	10	10	10	10	11	10	10	4	2	3

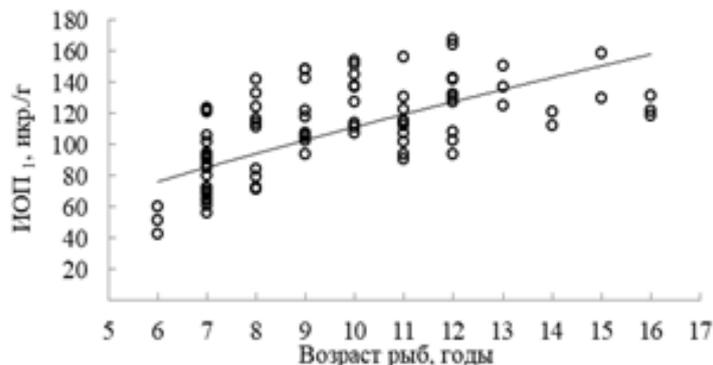


Рис. 5. Зависимость $ИОП_1$ от возраста синца Камского водохранилища в 2022 г. ($n = 87$)
[Dependence of individual relative fecundity on the age of blue bream of the Kama reservoir in 2022 ($n = 87$)]

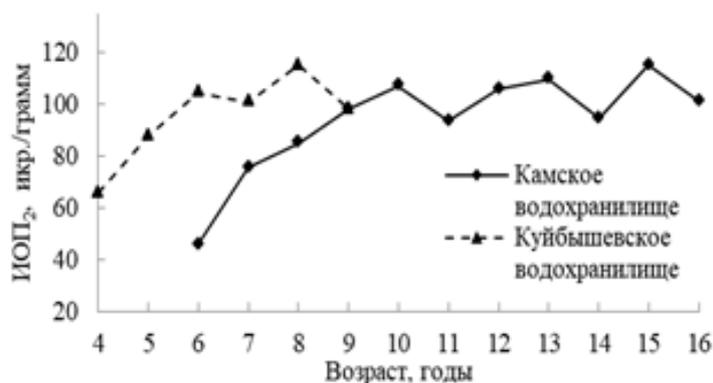


Рис. 6. Зависимость относительной плодовитости ($ИОП_2$) синца от возраста на Камском в 2022 г. и Куйбышевском водохранилищах [Северов, Сайфулин, 2011]
[Relationship between relative fecundity (IRF) and age of blue bream at the Kama reservoir in 2022 and the Kuibyshev reservoir]

Более поздние сроки полового созревания синца Камского водохранилища, по-видимому, позволяют дольше поддерживать воспроизводительную способность рыб в популяции на высоком уровне, в то время как у синца Куйбышевского водохранилища высокие темпы прироста $ИОП_2$ наблюдаются у рыб 4–6-годовалого возраста, после чего $ИОП_2$ изменяется разнонаправленно [Северов, Сайфуллин, 2011; Северов, 2012] (см. табл. 2, рис. 6).

Зависимость индивидуальной относительной плодовитости ($ИОП_1$ и $ИОП_2$) синца Камского водохранилища от длины (L), массы (Q) и возраста рыб (A) наиболее точно описывается степенной функцией $y = ax^b$, коэффициенты уравнения которой приведены в табл. 5.

Нерест

Нерест синца на Камском водохранилище начинается при прогреве воды до 9.5–10°C, что в верхнем районе водохранилища обычно приурочено ко второй декаде мая. Субстратом для нереста синца, как и для других фитофильных видов рыб, служат остатки прошлогодней растительности, в качестве которых

на водоеме обычно выступает рогоз. Наиболее оптимальные условия протекания нереста наблюдаются на мелководьях небольших заливов, закрытых от ветровых и волновых явлений, отсутствие которых способствует более быстрому прогреву воды. Разница температур в таких заливах, в сравнении с открытыми участками водоема, может достигать 2°C и более, в связи с чем сроки выхода производителей на нерест и его продолжительность могут значительно отличаться в зависимости от расположения нерестилищ и погодных условий.

Таблица 5

Коэффициенты уравнения степенной функции зависимости индивидуальной относительной плодовитости ($ИОП_1$ и $ИОП_2$) от длины (L), массы (Q) и возраста (A) синца Камского водохранилища в мае 2022 г.

[Coefficients of the equation of the power function of the dependence of individual relative fecundity on the length (L), mass (Q) and age (A) of the blue bream of the Kama reservoir in May 2022]

Показатели		Коэффициенты уравнения		R^2
		a	b	
$ИОП_1$	L	0.0004	2.1935	0.49
	Q	2.1079	0.6621	0.44
	A	20.055	0.744	0.43
$ИОП_2$	L	0.002	1.896	0.44
	Q	3.3069	0.5559	0.49
	A	21.869	0.6256	0.38

Заключение

Изменение условий нагула рыб в условиях водохранилища привело к ускорению темпов полового созревания и продолжительности жизни рыб, которая в Камском водохранилище, по нашим данным, ограничена 17-годовалым возрастом. Более ранние сроки полового созревания, наряду с возрастанием количества возрастных групп, отразились на увеличении пределов варьирования индивидуальной абсолютной плодовитости, минимальные значения которой в 2022 г. составили 8.6 тыс. икринок, максимальные – 78.8 тыс. икринок. Синец Камского водохранилища в сравнении с популяцией синца Куйбышевского водохранилища имеет более поздние сроки полового созревания и большую продолжительность жизни, что позволяет ему дольше поддерживать высокую воспроизводительную способность, которая характеризуется ростом средних значений индивидуальной относительной плодовитости до 10-годовалого возраста. Максимальные средние значения относительной плодовитости наблюдаются у 15-годовалых рыб. Селективное воздействие орудий лова, используемых субъектами промысловства, обуславливает высокую численность рыб старших возрастов, являющихся основой нерестового стада, и позволяет поддерживать воспроизводительную способность популяции синца Камского водохранилища на высоком уровне.

Список источников

1. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.: Изд-во АН СССР, 1949. Ч. 2. С. 469–929.
2. Герасимов Ю.В. Рыбы Рыбинского водохранилища: популяционная динамика и экология. Ярославль: Филигрань, 2015. 418 с.
3. Евланов И.А., Козловский С.В., Антонов П.И. Кадастр рыб Самарской области. Тольятти, 1998. 222 с.
4. Иванчев В.П., Иванчева Е.Ю. Круглоротые и рыбы Рязанской области и прилегающих территорий. Рязань: Голос губернии, 2010. 292 с.
5. Иванчева Е.Ю., Иванчев В.П. Особенности распространения и некоторые вопросы биологии синца *Abramis ballerus* в малых реках Рязанской области // Экология, эволюция и систематика животных: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Рязань, 2009. С. 214–216.
6. Иванчева Е.Ю., Иванчев В.П. Плодовитость некоторых видов средне- и длинноцикловых рыб бассейна среднего течения Оки // Труды Окского государственного природного биосферного заповедника. 2019. Вып. 38. С. 138–170.
7. Казаринов С.Н. и др. Видовой состав и особенности распределения ихтиофауны Камского водохранилища // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2021. Вып. 1. С. 39–52.
8. Кожин Н.И. Синец – *Abramis ballerus* Linne // Промысловые рыбы СССР. М.: Пищепромиздат, 1949. С. 418–419.
9. Костицин В.Г. Синец *Abramis ballerus* (L.) в бассейне реки Камы: морфометрия, структура популяции, воспроизводство, промысел // Биология и экология рыб Прикамья: межвуз. сб. науч. тр. Пермь, 2003. Вып. 1. С. 94–108.

10. Кузнецов В.А. Особенности воспроизводства рыб в условиях зарегулированного стока реки. Казань, 1978. 160 с.
11. Мельникова А.Г. и др. Современное состояние ихтиофауны Камского и Воткинского водохранилищ и особенности её промысловой эксплуатации // Современное состояние, проблемы охраны и рационального использования биоресурсов пресноводных водоемов: сб. науч. тр. СПб., 2007. Т. 6. С. 3–38.
12. Меньшиков М.И. О влиянии сточных вод Березниковских и Соликамских комбинатов на ихтиофауну Камы // Труды Биол. ин-та при Перм. ун-те. 1939. Т. 8, вып. 3–4. С. 49–72.
13. Никитин Э.В. Особенности естественного воспроизводства густеры и синца в Волго-Каспийском районе // Животные в антропогенном ландшафте: материалы I Междунар. науч.-практ. конф. Астрахань, 2003. С. 44–47.
14. Никитин Э.В. Естественное воспроизводство и рациональное использование запасов густеры *Blicca bjoerkna* (L.) и синца *Abramis ballerus* (L.) в Волго-Каспийском регионе: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2006. 24 с.
15. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. М.: Пищ. промышленность, 1974. 447 с.
16. Плохинский Н.А. Алгоритмы биометрии. М.: Изд-во МГУ, 1980. 150 с.
17. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. промышленность, 1966. 376 с.
18. Пушкин Ю.А. Обзор исследований по плодовитости рыб бассейна реки Камы // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. 1988. Вып. 281. С. 18–35.
19. Пушкин Ю.А., Богданова Г.И. Синец Камского водохранилища // Учен. зап. Перм. ун-та. 1969. № 195. С. 19–30.
20. Решетников Ю.С., Попова О.А. О методиках полевых ихтиологических исследований и точности получения результатов // Труды ВНИРО. Водные биологические ресурсы. 2015. Т. 156. С. 114–131.
21. Северов Ю.А. Биология и формирование запасов синца *Abramis ballerus* (L.) Куйбышевского водохранилища: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2012. 24 с.
22. Северов Ю.А., Сайфуллин Р.Р. Плодовитость синца Куйбышевского водохранилища // Поволжский экологический журнал. 2011. № 4. С. 499–506.
23. Судаков Г.А. и др. Инструкция по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2011. 233 с.
24. Цепкин Е.А., Решетников Ю.С. *Abramis ballerus* Linnaens, 1758 – синец // Атлас пресноводных рыб России. М.: Наука, 2003. Т. 1. С. 191–193.
25. Karabanowicz J., Kompowski A. On biology of reproduction of blue bream *Abramis ballerus* (L. 1758) in the lower part of river Odra. Lake Dabie and Szczecin Lagoon // Acta Ichthyol. Piscat. 1994. Vol. 24. P. 77–92.
26. Kompowski A. Catches and growth rate of *Abramis ballerus* (L., 1758) from Lake Dąbie and the Firth of Szczecin // Acta Ichthyol. Piscat. 1991. Vol. 21, № 2. P. 17–28. <https://doi.org/10.3750/AIP1991.21.2>.
27. Kompowski A., Blaszczyk P. Reproduction and fecundity of blue bream *Abramis ballerus* L., 1758 in Miedzyodrze // Acta Ichthyol. Piscat. 1997. Vol. 27. P. 57–77.
28. Piech P., Kulawa R. Artificial reproduction of blue bream (*Ballerus ballerus* L.) as a conservative method under controlled conditions // Animals. 2021. P. 1–10.

References

1. Berg L.S. *Ryby presnykh vod SSSR i sopredel'nykh stran* [Fresh water fish of the USSR and adjacent countries. Part 2.]. Moscow, AN SSSR Publ., 1949, pp. 469-929. (In Russ.).
2. Gerasimov Yu.V. *Ryby Rybinskogo vodochranilišča: populjacionnaja dinamika i ekologija* [Fish of the Rybinsk reservoir: population dynamics and ecology]. Yaroslavl', Filigran' Publ., 2015. 418 p. (In Russ.).
3. Evlanov I.A., Kozlovsky S.V., Antonov P.I. *Kadastr ryb Samarskoj oblasti* [Inventory of fish in the Samara region]. Togliatti, 1998. 222 p. (In Russ.).
4. Ivanchev V.P., Ivancheva E.Y. *Krugloroty i ryby Rjazanskoj oblasti i priležaščich territorij* [Cyclostomes and fishes of the Ryazan region and adjacent territories]. Rjazan', Golos gubernii Publ., 2010. 292 p. (In Russ.).
5. Ivancheva E.Y., Ivanchev V.P. [Features of distribution and some questions of biology of blue bream *Abramis ballerus* in small rivers of the Ryazan region]. *Èkologija, èvoljucija i sistematika životnykh* [Ecology, evolution and systematics of animals: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Rjazan', 2009. pp. 214-216. (In Russ.).
6. Ivancheva E. Y., Ivanchev V. P. [Fertility of some species of medium- and long-cycle fish in the basin of the middle course of the Oka]. *Trudy Okskogo gosudarstvennogo prirodnogo biosfernogo zapovednika* [Proceedings of the Oksky State Natural Biosphere Reserve]. Iss. 38 (2019): pp. 138-170. (In Russ.).
7. Kazarinov S.N., Merzlyakov I.N., Ponosov S.V., Komarova L.V. [Species composition and features of the distribution of the ichthyofauna of the Kama reservoir]. *Vestnik Permskogo universiteta. Biologiya*. Iss. 1 (2021): pp. 39-52. (In Russ.).

8. Kozhin N.I. [Blue bream - *Abramis ballerus* Linneus]. *Promyslovye ryby SSSR* [Commercial fish of the USSR. Descriptions of fish]. Moscow, Piščepromizdat Publ., 1949, pp. 418-419. (In Russ.).
9. Kostitsyn V.G. [Blue bream *Abramis ballerus* (L.) in the Kama river basin: morphometry, population structure, reproduction, fishing]. *Biologija i ekologija ryb Prikam'ja* [Biology and ecology of fish of the Kama region: interuniversity. Sat. scientific works]. Perm, 2003, Iss. 1, pp. 94-108. (In Russ.).
10. Kuznecov V.A. *Osobennosti vosпроизводства ryb v usloviyach zaregulirovannogo stoka reki* [Peculiarities of fish reproduction in conditions of regulated river flow]. Kazan, 1978. 160 p. (In Russ.).
11. Melnikova A.G., Kostitsyn V.G., Konyaev V.P., Istomin S.G., Ponosov S.V. [The current state of the ichthyofauna of the Kama Votkinsk reservoirs and the features of its commercial exploitation]. *Sovremennoe sostojanie, problemy ochrany i racional'nogo ispol'zovanija bioresursov presnovodnykh vodojzotov* [Current state, problems of protection and rational use of bioresources of freshwater reservoirs. Collection of scientific papers]. St-Peterburg, 2007, V. 4, pp. 3-38. (In Russ.).
12. Menshikov M.I. [On the influence of wastewater from the Berezniki and Solikamsk plants on the ichthyofauna of the Kama]. *Trudy Biologičeskogo. instituta pri Permskom universitete*. V. 8, Iss. 3-4 (1939): pp 49-72. (In Russ.).
13. Nikitin E.V. [Features of the natural reproduction of silver bream and blue bream in the Volga-Caspian region]. *Životnye v antropogennom landšafte* [Animals in the anthropogenic landscape. Proceedings of the I Int. scientific and practical conference]. Astrakhan', 2003, pp. 44-47. (In Russ.).
14. Nikitin E.V. *Estestvennoe vosпроизводство i racional'noe ispol'zovanie zapasov gustery Blicca bjoerkna (L.) i sinca v Volgo-Kaspijskom regione*. Avtoref. dis. kand. boil. nauk [Natural reproduction and rational use of stocks of *Blicca bjoerkna* (L.) silver bream and *Ballerus ballerus* (L.) blue bream in the Volga-Caspian region. Abstract of PhD dissertation]. Astrakhan', 2006. 24 p. (In Russ.).
15. Nikol'skij G.V. *Teorija dinamiki stada ryb kak biologičeskaja osnova racional'noj ekspluatacii i vosпроизводства rybných resursov* [Theory of the dynamics of a herd of fish, as a biological basis for the rational exploitation and reproduction of fish resources]. Moscow, Piščevaja promyšlennost' Publ., 1974. 448 p. (In Russ.).
16. Plohinskij N.A. *Algoritmy biometrii* [Algorithms of biometrics]. Moscow, MSU Publ., 1980. 150 p. (In Russ.).
17. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izučeniju ryb* [Guide to the study of fish]. Moscow, Piščevaja promyšlennost' Publ., 1966. 376 p. (In Russ.).
18. Pushkin Yu.A. [Review of studies on the fecundity of fish in the Kama river basin]. *Sbornik nauchnyh trudov GosNIOORCh* [Collection of scientific papers]. Perm, 1988, Iss. 281, pp. 18-35. (In Russ.).
19. Pushkin Y.A., Bogdanova G.I. [Blue bream of the Kama reservoir]. *Učenyje zapisi Permskogo universiteta*. No. 195 (1969): pp. 19-32. (In Russ.).
20. Reshetnikov Y.S., Popova O.A. [On the methods of field ichthyological research and the accuracy of heaving results]. *Trudy VNIRO. Vodnye biologičeskie resursy* [Proceedings of VNIRO. Water biological resources]. V. 156 (2015): pp. 114-131. (In Russ.).
21. Severov Y.A. *Biologija i formirovanie zapasov sinca Abramis ballerus (L.) Kujbyshevskogo vodohranilishcha*. Avnoref. kand. diss. [Biology and formation of stocks of blue bream *Ballerus ballerus* (L.) of the Kuibyshev reservoir. Abstract of PhD dissertation]. Petrozavodsk, 2012. 24 p. (In Russ.).
22. Severov Y.A., Saifullin R.R. [Fertility of blue bream in the Kuibyshev reservoir]. *Povolžskij ekologičeskij žurnal*. No 4 (2011): pp. 499-506. (In Russ.).
23. Sudakov G.A., Vlasenko A.D., Hodorevskaya R.P. et al. *Instrukcija po sboru i pervičnoj obrabotke materialov vodnyh bioresursov Kaspijskogo bassejna i sredi ich obitanija* [Instructions for the collection and primary processing of materials from aquatic biological resources of the Caspian basin and their habitat]. Astrakhan, CaspNIRKh Publ., 2011. 233 p. (In Russ.).
24. Tsepkin E.A., Reshetnikov Yu.S. [*Abramis ballerus* Linnaeus, 1758 – blue bream]. *Atlas presnovodnyh ryb Rossii* [Atlas of freshwater fish of Russia]. Moscow, 2003, V. 1, pp. 191-193. (In Russ.).
25. Karabanowicz J., Kompowski A. On biology of reproduction of blue bream *Abramis ballerus* (L., 1758) in the lower part of river Odra. Lake Dabie and Szczecin Lagoon. *Acta Ichthyol. Piscat.* V. 24 (1994): pp. 77-92.
26. Kompowski A. Catches and growth rate of *Abramis ballerus* (L., 1758) from lake Dabie and the firth of Szczecin. *Acta ichtiol. et. Pise.* V. 21, No 2 (1991): pp. 17-28.
27. Kompowski A., Blaszczyk P. Reproduction and fecundity of blue bream *Abramis ballerus* L., 1758 in Miedzyodrzeze. *Acta Ichthyol. Piscat.* V 27. (1997): pp. 57-77.
28. Piech P., Kulawa R. Artificial reproduction of blue bream (*Ballerus ballerus* L.) as a conservative method under controlled conditions. *Animals*. (2021): pp. 1-10.

Статья поступила в редакцию 23.12.2022; одобрена после рецензирования 16.01.2023; принята к публикации 22.02.2023.

The article was submitted 23.12.2022; approved after reviewing 16.01.2023; accepted for publication 22.02.2023.

Информация об авторах

Семен Николаевич Казаринов – kazarinov@permniro.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1732-7459>, старший специалист;
Анна Антоновна Каралаш – karalash@permniro.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4299-3595>, лаборант;
Лидия Васильевна Комарова – komarova@permniro.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7021-0017>, младший специалист;
Михаил Алексеевич Бакланов – mabakl@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2649-5852>, канд. биол. наук, доцент, заведующий кафедрой зоологии позвоночных и экологии;
Станислав Викторович Поносов – stanis@permniro.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8703-8594>, младший специалист.

Information about the authors

Semen N. Kazarinov – kazarinov@permniro.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1732-7459>, senior specialist;
Anna A. Karalash – karalash@permniro.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4299-3595>, laboratory assistant;
Lidia V. Komarova – stanis@permniro.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8703-8594>, junior specialist;
Mikhail A. Baklanov – mabakl@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2649-5852>, candidate of biological sciences, associate professor, head of Department vertebrate zoology and ecology;
Stanislav V. Ponosov – stanis@permniro.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8703-8594>, junior specialist.

Вклад авторов:

Казаринов С. Н. – научное руководство; концепция исследования; анализ литературы; сбор материала, обработка материала, статистическая обработка материала; написание исходного текста; итоговые выводы.
Каралаш А. А. – сбор материала; обработка материала; статистическая обработка материала; анализ литературы; написание исходного текста.
Комарова Л. В. – сбор материала; обработка материала; доработка текста; критический пересмотр содержания.
Бакланов М. А. – доработка текста; критический пересмотр содержания.
Поносов С. В. – сбор материала; обработка материала.

Contribution of the authors:

Kazarinov S. N. – scientific guidance; research concept; literature analysis; collection of material, processing of material, statistical processing of material; writing of the source text; final conclusions.
Karalash A. A. – collection of material; processing of material; statistical processing of material; analysis of literature; writing of the source text.
Komarova L. V. – collection of material; processing of material; revision of the text; critical revision of the content.
Baklanov M. A. – revision of the text; critical revision of the content.
Ponosov S. V. – collection of material; processing of material.