

Водные биоресурсы и среда обитания

2021, том 4, номер 2, с. 18–30

<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru

doi: 10.47921/2619-1024_2021_4_2_18

ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



Aquatic Bioresources & Environment

2021, vol. 4, no. 2, pp. 18–30

<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru

doi: 10.47921/2619-1024_2021_4_2_18

ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

Биология и экология гидробионтов

УДК 639.2.053(262.5)

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛОДИ ТАРАНИ (*RUTILUS RUTILUS HECKELII*) И ЛЕЩА (*ABRAMIS BRAMA*) В Р. ДОН В 2020 Г.

© 2021 М. М. Пятинский, И. Д. Козоброд*, С. Ю. Чередников, Н. А. Жердев

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия

E-mail*: kuznecovainna1811@yandex.ru

Аннотация: Проанализирован материал, полученный при научном мониторинге процесса воспроизводства тарани и леща в р. Дон. Исследования по оценке биологических характеристик, пространственного распределения, особенностей ската молоди рыб, общей биомассы молоди и ее численности проводились в мае–октябре 2020 г. на участке Нижнего Дона от ст. Романовская до дельты р. Дон. Полученные результаты свидетельствуют о значимом приросте средней длины и массы молоди тарани и леща в весенне-летний период 2020 г. и отсутствии значимого прироста в летне-осенний период, что обуславливалось скатом подросшей молоди в Таганрогский залив. Обловы мальковой волокушей показали, что молодь исследуемых объектов держалась в мелководной части береговой полосы. Количественная оценка пространственного распределения молоди свидетельствует о неоднородности ее скоплений и умеренно благоприятной нерестовой кампании в условиях низкой водности в 2020 г. По результатам научного мониторинга численность молоди тарани оценена на уровне 49,3 млн шт., леща — 30,4 млн шт. Результаты данного исследования с учетом статистической обработки в будущем позволят выполнить анализ многолетней динамики биологических характеристик молоди тарани и леща.

Ключевые слова: воспроизводство, Дон, *Rutilus rutilus heckelii*, *Abramis brama*, количество молоди, статистика, популяционно-биологическая характеристика

BIOLOGICAL CHARACTERIZATION AND SPATIAL DISTRIBUTION OF ROACH *RUTILUS RUTILUS HECKELII* AND COMMON BREAM *ABRAMIS BRAMA* JUVENILES IN THE DON RIVER IN 2020**M. M. Piatinskii, I. D. Kozobrod*, S. Yu. Cherednikov, N. A. Zherdev**

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"),
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don 344002, Russia
E-mail*: kuznecovainna1811@yandex.ru*

Abstract. The data collected during the scientific monitoring of the spawning run of roach *Rutilus rutilus heckelii* and common bream *Abramis brama* in the Don River have been analyzed. Investigation of the biological characteristics, spatial distribution and specific features of the downward migration of fish juveniles was carried out in the Lower Don area stretching from Romanovskaya Settlement to the Don River Delta in May–October, 2020. The obtained results show significant gain in average length and weight of roach and bream juveniles in the spring – summer season of 2020 and its absence in the summer – autumn season, which was caused by the downward migration of the partially grown juveniles in the Taganrog Bay. Hauls of fry drag nets showed that the juveniles in the investigated water bodies kept to the shallow coastal waters. Quantitative assessment of the spatial distribution of juveniles indicates spatial heterogeneity of their aggregations and moderately productive spawning run in the context of low water content in 2020. Based on the outcomes of the scientific monitoring, the abundance of roach juveniles was assessed to be 49.3 million ind., and for bream juveniles it equaled 30.4 million ind. In the future, the research results factoring in statistical processing will make it possible to analyze the long-term dynamics of the biological characteristics of roach and bream juveniles.

Keywords: reproduction, Don River, *Rutilus rutilus heckelii*, *Abramis brama*, fry abundance, statistics, population parameters, biological characteristics

ВВЕДЕНИЕ

Запасы и уловы промысловых видов проходных рыб Азовского бассейна определяются масштабами их естественного воспроизводства. Эффективность нереста в первую очередь зависит от объема весеннего половодья на реках, его продолжительности, величины заливаемой нерестовой площади и количества производителей, участвующих в нересте [1, 2]. Развитие икры и выживаемость молоди определяются динамикой температурного режима на нерестилищах и продолжительностью их обводнения, а также обеспеченностью кормами молоди на ранних стадиях развития, наличием малоценной и хищной рыбы [3].

До зарегулирования стока р. Дон основным местом нереста тарани, леща и других проходных рыб были займища между г. Калачна-Дону, где начинается пойма р. Дон, и г. Ростова-Дону, с общей площадью 3,8 тыс. км² [2], займища, расположенные на Нижнем Дону, от ст. Кочетовской до устья р. Дон, общей площадью 2 тыс. км² [4, 5]. Повторяемость многоводных лет способствовала эффективному воспроизводству промысловых видов рыб [6, 7].

Зарегулирование стока р. Дон Цимлянской плотиной и дальнейший ввод низконапорных гидроузлов значительно изменили условия обитания и воспроизводства не только проходных и полупроходных, но и аборигенных пресноводных рыб [8, 9]. После строительства Цимлянского водохранилища сток в Дону сократился в среднем на 21 % преимущественно в весеннее время [10]. Максимум половодья, с которым связан массовый нерест основных видов рыб, сместился с мая на апрель [5, 11]. Основные этапы нереста проходных и полупроходных рыб стали протекать во время спада половодья, что привело к высокой доле погибшей или поврежденной икры и, как следствие, к низкому пополнению рыбных запасов [12]. В результате эффективность естественного нереста рыб в маловодные годы стала крайне низкой.

Численность и ареал современного пополнения донской популяции молодь полупроходных леща и тарани находятся в прямой зависимости от величины весеннего стока р. Дон и количества производителей, зашедших на нерест [5]. Многочисленные пополнения в период зарегулирования р. Дон наблюдались лишь в 2003–2006 и 2018 гг.,

т. е. количество многоводных лет было довольно малым. В 2020 г. отмечен самый низкий весенний сток за последние 50 лет, что привело к низкой эффективности воспроизводства в указанном году.

Основной целью данной работы является биологическая характеристика молоди леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) и тарани *Rutilus rutilus heckelii* (Nordmann, 1840) в р. Дон, ее численности и пространственного распределения в весенне-летний и летне-осенний периоды в маловодном 2020 г.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы данной работы были получены в ходе научного лова в р. Дон в весенний, летний и осенний периоды 2020 г. Вылов рыб производился с использованием малькового невода (волокуши) с ячеей 8 мм, длиной 32 м. Обловы мальковым неводом выполнялись от верхней точки по течению р. Дон от ст. Романовская (47°33'33" с. ш., 41°59'52" в. д.) вблизи Цимлянского водохранилища до мест впадения стока р. Дон в Азовское море — гирло Мериновое (47°5'18" с. ш., 39°14'28" в. д.) и гирло Кутерьма (47°11'15" с. ш., 39°13'44" в. д.). Мониторинг гидрологических параметров р. Дон выполнялся с использованием стандартных методик [13].

При отборе биологических проб выполнялись измерения длины тела молоди по Смитту (FL, fork length). Измерения длины выполнены с точностью до 1 мм, массы — до 1 г. Продолжительность научного лова в весенний период составила 12 дней, в летний — 14 дней, в осенний — 5 дней. Измерение длины и массы молоди леща и тарани выполнялось в соответствии с рекомендациями по обработке ихтиологических проб [14]:

- в весенний период 219 экз. тарани и 95 экз. леща;
- в летний период 139 экз. тарани и 101 экз. леща;
- в осенний период 89 экз. тарани и 34 экз. леща.

Видовая структура уловов состояла из 35 видов, 9 семейств. В структуре рыбного сообщества доминировала молодь малоценных видов рыб (82 %). Молодь ценных видов составила 18 %, из них наиболее многочисленны были представители тарани и леща, которые держались в береговой полосе, среди залитой водой растительности, а также в устьевых участках рек, впадающих в р. Дон.

Оценка биологических параметров молоди тарани и леща выполнена при помощи методов

вариационной статистики в среде R. Обработанные промеры длин и масс молоди разбивались на вариационные ряды, выполнялся расчет стандарта распределения. В случае необходимости, при значимой асимметрии стандарта распределения, данные подвергались процедуре нормализации методом Бокса–Кокса [15]. При помощи выборочных совокупностей для каждого вида выполнялась оценка параметров генеральной совокупности: математическое ожидание M , стандартное отклонение s (на изображениях — SD), коэффициент асимметрии распределения (на изображениях — Skewness) и величины стандартной ошибки математического ожидания s_x (на изображениях — STD.ERR). Полученные описательные статистики позволили выполнить сравнение результатов за разные сезоны при требуемом для биологических исследований уровне значимости ($\alpha=0,05$) с помощью теста Стьюдента [16].

Количественная оценка пространственного распределения молоди выполнена на основе информации об общем весе мальков каждого вида в улове на каждой станции при помощи интерполяции в программной среде QGIS методом Inverse Distance Weighting [17]. На интерполяционных изображениях представлена биомасса на единицу площади — грамм на квадратный метр. Оценка этих величин (плотностей) выполнена с учетом коэффициента уловистости мальковой волокуши ($q=0,13$) и площади облова этим орудием лова за 1 замет ($S=150 \text{ м}^2$).

Пересчет навесок из уловов мальковой волокушей осуществлялся по методике З.М. Аксютинной [18]. Расчет плотности скоплений выполнялся по формуле:

$$d = \frac{x}{S \cdot q},$$

где:

d — плотность биомассы скоплений, г/м²;

x — навеска в улове, г;

S — площадь облова орудием лова, м²;

q — коэффициент уловистости орудия лова.

Для количественной оценки биомассы и численности молоди выполнена аппроксимация нормального распределения величин уловов при помощи процедуры ресемплинга величин уловов к нормальному стандарту распределения:

$$d_{boot} = \frac{1}{b} \sum_{j=1}^b d_j,$$

где:

b — количество итераций ресемплинга;

x_j — случайная величина из оригинального ряда x , полученная при случайном индексе j для каждой итерации на основе генератора случайных чисел.

Стохастическая процедура ресемплинга выполнена по ряду полученных оценок плотностей скоплений d_j . Суть процедуры ресемплинга заключается в многократном перевыборе величин плотностей d при случайном индексе j и расчете среднего из этого ряда перевыбранных оценок. Процедура переоценки средней плотности скоплений выполняется 1000 раз (количество итераций бутстрепа). Полученный стохастический ряд плотностей d_{boot} при пересчете на общую площадь р. Дон позволил выполнить оценки биомассы молоди: медианную как наиболее статистически вероятную оценку, оценки при нижней (2,5 %) и верхней (97,5 %) перцентили как оценки нижней и верхней границы доверительного интервала истинной величины биомассы молоди. Стохастическая процедура выполнена отдельно для навесок молоди тарани и леща, после получения оценок биомассы молоди для всей площади р. Дон выполнялся пересчет биомассы в численность при помощи ранее вычисленной средней массы особи.

После выполнения процедуры расчета биомассы и численности молоди выполнялась диагностика стандарта распределения бутстрепированных оценок плотностей скоплений d_{boot} . Вывод об отсутствии смещений и влияния факторов неопределенности выполнялся при отсутствии значимых отклонений от стандарта нормального распределения оценок d_{boot} (Центральная предельная теорема).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Водность р. Дон и впадающих в него малых рек является одним из ключевых факторов, влияющих на эффективность воспроизводства тарани и леща [19, 20]. Результаты мониторинга гидрологических параметров р. Дон в 2020 г. (табл. 1) свидетельствуют о том, что уровень воды в реке в апреле и мае немного превышал средние показатели предыдущего года, но был значительно маловодней 2018 г. Низкий уровень воды указывает на невысокий расход воды в период нереста, что, как следствие, привело к слабому залитию естественных нерестилищ. Из-за низкого уровня воды скорость потока была малопривлекательной для нерестующих особей и не превышала пороговую — 0,13 м/с. Неустойчивый ледовый припой наблюдался в течение 5 дней с 10 февраля и завершился слабовыраженным ледоходом, который состоялся 15 февраля. Температура воды в течение января–февраля не опускалась ниже 2 °С. Таким образом, гидрологический режим, наблюдаемый в р. Дон в 2020 г., был умеренно негативным относительно среднесезонных показателей для нереста леща и тарани, экологические условия весны 2020 г. отличались слабовыраженным паводком, сокращением площади участков, пригодных для естественного размножения объектов исследования.

Сложившиеся гидрологические условия в 2020 г., а именно маловодный весенний период, отсутствие затопления поймы от Кочетовского гидроузла до устья и затяжная холодная весна, создали неблагоприятные условия для нереста тарани. В этом же году гидрологический режим

Таблица 1. Средняя температура и уровень воды в р. Дон в районе г. Ростова-на-Дону в весенний период 2017–2020 гг.

Table 1. Average temperature and water level in the Don River in the vicinity of Rostov-on-Don in the spring season of 2017–2020

Месяц Month	Температура, °С / Temperature, °С				*Уровень, см / *Water level, cm			
	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020
Март March	3,8	0,9	4,9	7,5	12,5	13,0	31,1	-8,4
Апрель April	9,4	9,7	10,9	9,8	27,5	63,7	2,3	18,7
Май May	15,7	16,1	14,5	17,2	17,6	110,0	11,2	14,0

Примечание: *Уровень воды относительно нулевой отметки Кронштадтского футштока

Note: *Water level relative to the zero mark on Kronstadt footstock

негативно сказался и на нересте леща в р. Дон: благоприятная для нереста температура воды (11 °С) наблюдалась в течение короткого промежутка времени — с последней декады апреля до начала второй половины мая, т. е. менее месяца. В предшествующие годы продолжительность периода благоприятных температур для нереста леща длилась полтора месяца [21].

Оценки качественных и количественных характеристик молоди тарани в р. Дон и сравнение ее размерно-весовых характеристик проводились по трем периодам 2020 г.: весенний, летний и осенний (рис. 1, табл. 2).

Полученные оценки математического ожидания и стандартного отклонения (табл. 2) молоди тарани в разные сезоны 2020 г. использовались для

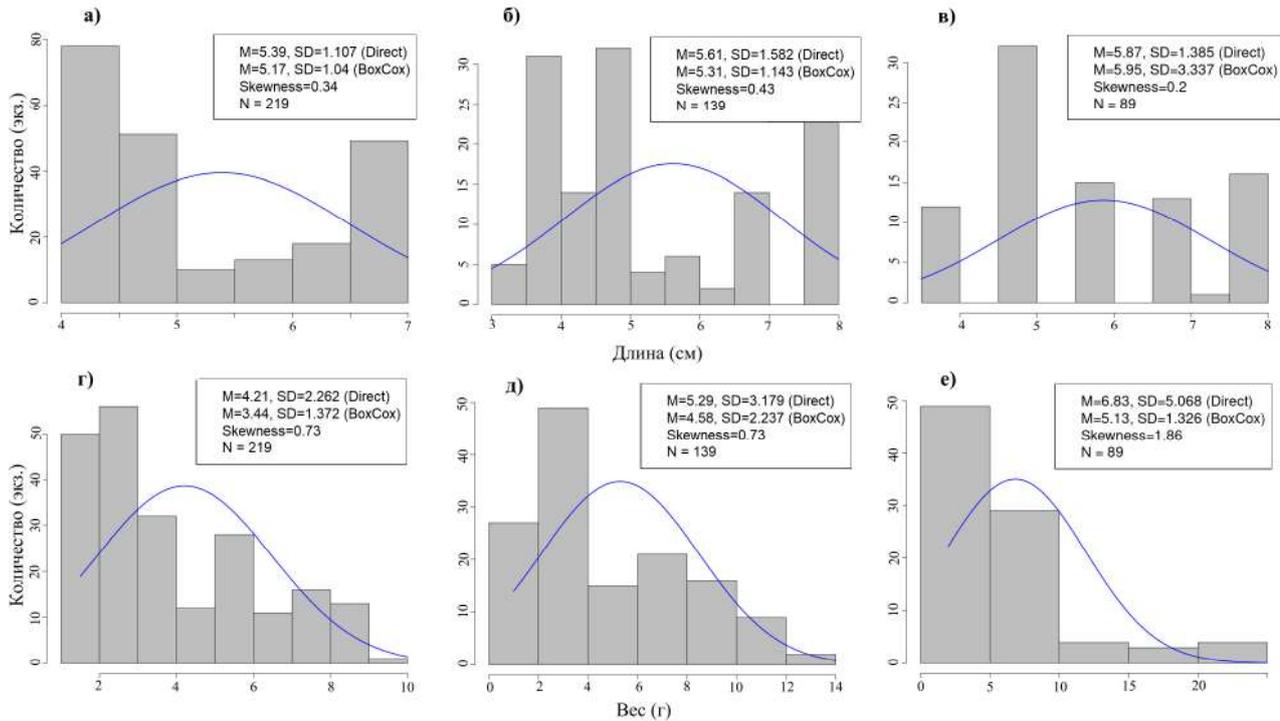


Рис. 1. Распределение длин (а, б, в) и масс (г, д, е) молоди тарани. Серые столбцы — количество особей в размерном (массовом) классе, синяя кривая — аппроксимация нормального распределения методом Бокса–Кокса. а, г — июнь; б, е — август–сентябрь; в, д — октябрь 2020 г.

Fig. 1. Length (а, б, в) and weight (г, д, е) frequencies distribution of roach juveniles. Gray columns indicate the number of individuals in a length (weight) class, blue curve is an approximation of normal distribution by means of the Box–Cox transformation. June (а, г); August–September (б, е); October (в, д), 2020

Таблица 2. Размерно-весовые характеристики тарани в весенне-осенний период 2020 г.

Table 2. Length and weight characteristics of roach juveniles in the spring – autumn seasons of 2020

Сезон Season	Длина, см / Length, cm				Масса, г / Weight, g			
	M	s	s _x	N	M	s	s _x	N
Июнь June	5,17	1,04	0,07	219	3,44	1,37	0,13	219
Август–сентябрь August–September	5,31	1,14	0,10	139	4,58	2,24	0,19	139
Октябрь October	5,87	1,38	0,15	89	5,13	1,32	0,14	89

Примечания: M — математическое ожидание (среднее значение); s — стандартное отклонение; s_x — стандартная ошибка математического ожидания (среднего); N — число особей

Notes: M — expectation (mean value); s — standard deviation; s_x — standard error of the mean; N — number of individuals

проверки значимости различий прироста по длине и массе при помощи теста Стьюдента. Результаты теста представлены в табл. 3.

Аналогично результатам оценок морфометрических параметров тарани были выполнены расчеты для молоди леща в р. Дон в весенний, летний и осенний периоды 2020 г. (табл. 4, рис. 2). Для полученных оценок морфометрических парамет-

ров леща был выполнен тест значимости различий и тест Стьюдента (табл. 5).

Результаты оценок размерно-весовых показателей молоди леща и тарани в весенний, летний и осенний периоды свидетельствуют о наличии значимого прироста в средней длине и массе особей. Для молоди тарани существенный прирост в средней массе отмечен в весенне-летний период

Таблица 3. Изменение длины и массы молоди тарани по данным съемок в р. Дон за весенний, летний и осенний периоды 2020 г.

Table 3. Changes in length and weight of roach juveniles based on the survey data from the Don River in the spring, summer and autumn seasons of 2020

Сезон Season	Длина / Length			Масса / Weight		
	Прирост, % Gain, %	t-test p-value	Значимость, $a=0,05$ Significance test, $a=0.05$	Прирост, % Gain, %	t-test p-value	Значимость, $a=0,05$ Significance test, $a=0.05$
Весна/лето Spring/summer	2,7	0,24	Различия не доказаны Not significant	33,1	0,00000019	Различия доказаны Significant
Лето/осень Summer/autumn	9,5	0,0016	Различия доказаны Significant	12,01	0,021	Различия доказаны Significant

Примечания: Прирост % — абсолютный прирост математического ожидания между сезонами, выраженный в %; t-test p-value — вероятность принятия (отклонения) нулевой гипотезы теста Стьюдента (при p-value < a принимается альтернативная гипотеза о значимости различий на уровне значимости a)

Notes: Gain % is an absolute gain in expectation (mean value) between seasons, expressed in %; t-test p-value is the probability of accepting (rejecting) the null hypothesis of Student's t-test (when p-value < a, an alternative hypothesis for the statistical significance of differences at the level of the significance of a is accepted)

Таблица 4. Размерно-весовые характеристики леща в весенне-осенний период 2020 г.

Table 4. Length and weight characteristics of bream juveniles in the spring – autumn seasons of 2020

Сезон Season	Длина, см / Length, cm				Масса, г / Weight, g			
	M	s	s_x	N	M	s	s_x	N
Июнь June	6,51	1,07	0,12	95	6,29	3,2	1,05	95
Август–сентябрь August–September	9,13	1,86	0,18	101	12,08	1,60	0,16	101
Октябрь October	9,16	2,12	0,36	34	13,93	1,18	0,2	34

Примечания: M — математическое ожидание (среднее значение); s — стандартное отклонение; s_x — стандартная ошибка математического ожидания (среднего); N — число особей

Notes: M — expectation (mean value); s — standard deviation; s_x — standard error of the mean; N — number of individuals

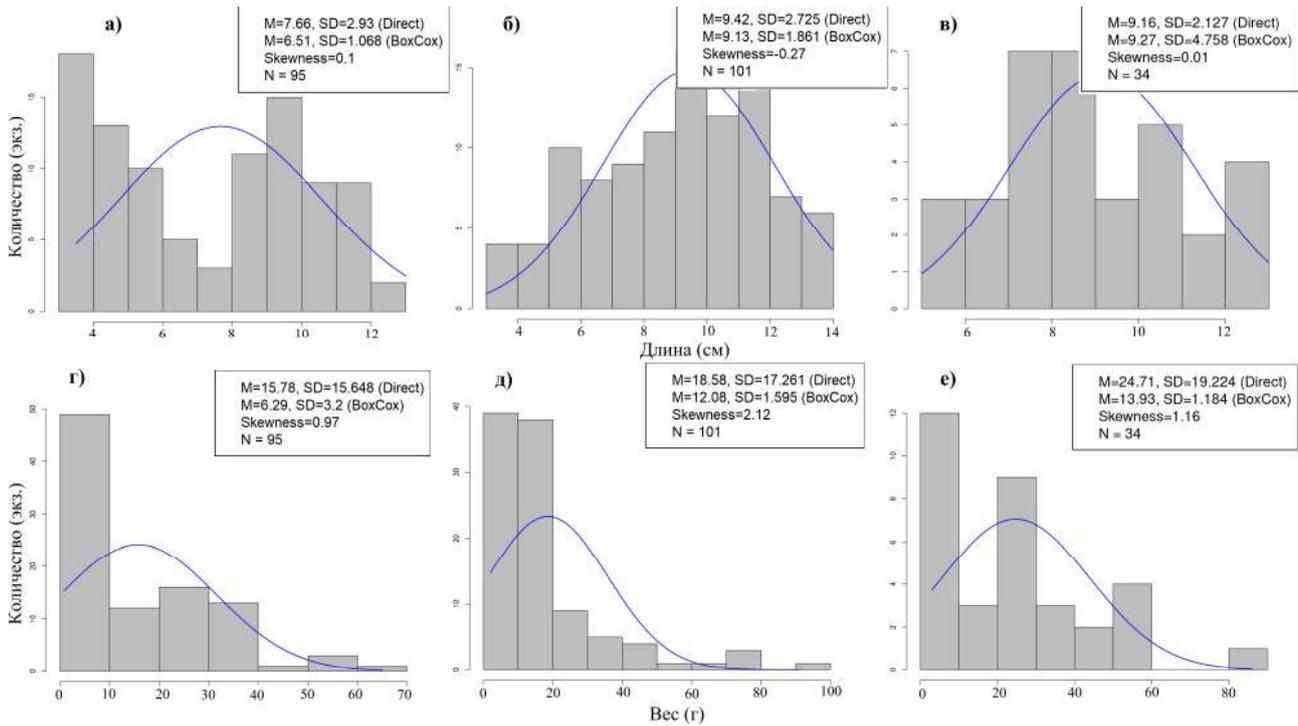


Рис. 2. Распределение длин (а, б, в) и масс (г, д, е) молоди леща. Серые столбцы — количество особей в размерном (массовом) классе, синяя кривая — аппроксимация нормального распределения методом Бокса–Кокса. а, г — июнь; б, е — август–сентябрь; в, д — октябрь 2020 г.

Fig. 2. Length (а, б, в) and weight (г, д, е) frequencies distribution of bream juveniles. Gray columns indicate the number of individuals in a length (weight) class, blue curve is approximation of normal distribution by means of the Box–Cox transformation. June (а, г); August–September (б, е); October (в, д), 2020

Таблица 5. Изменение длины и массы молоди леща по данным съемок в р. Дон за весенний, летний и осенний периоды 2020 г.

Table 5. Changes in length and weight characteristics of bream juveniles based on the survey data from the Don River in the spring, summer and autumn seasons of 2020

Сезон Season	Длина / Length			Масса / Weight		
	Прирост, % Gain, %	t-test p-value	Значимость, $\alpha=0,05$ Significance test, $\alpha=0.05$	Прирост, % Gain, %	t-test p-value	Значимость, $\alpha=0,05$ Significance test, $\alpha=0.05$
Весна/лето Spring/summer	40,2	$2,21 \times 10^{-16}$	Различия доказаны Significant	92,1	$2,23 \times 10^{-16}$	Различия доказаны Significant
Лето/осень Summer/autumn	0,3	0,94	Различия не доказаны Not significant	13,3	$4,6 \times 10^{-16}$	Различия доказаны Significant

Примечания: Прирост % — абсолютный прирост математического ожидания между сезонами, выраженный в %; t-test p-value — вероятность принятия (отклонения) нулевой гипотезы теста Стьюдента (при p-value < α принимается альтернативная гипотеза о значимости различий на уровне значимости α)

Notes: Gain % is an absolute gain in expectation (mean value) between seasons, expressed in %; t-test p-value is the probability of accepting (rejecting) the null hypothesis of Student’s t-test (when p-value < α , an alternative hypothesis for the statistical significance of differences at the level of the significance of α is accepted)

— с 3,44 до 4,58 г (на 33 %), в остальные периоды прирост по длине и массе не превышал 10 %. Для молоди леща значимый прирост в длине и массе аналогично отмечался в весенне-летний период: с 6,51 до 9,13 см (40 %) и с 6,29 до 12,08 г (92 %), соответственно. Отсутствие наблюдаемого значимого прироста в средней длине и массе особей тарани и леща в летне-осенний период обусловлено ранним скатом крупной молоди в Таганрогский залив и замедлением темпа их роста в жизненном цикле.

Результаты интерполяции плотности скоплений тарани (рис. 3) указывают на их неоднородность. В весенний период основная масса тарани была локализована в предплотинном пространстве Кочетовского гидроузла. На станциях ниже по течению реки количество вылавливаемой молоди было значительно ниже, чем в районе Цимлянского водохранилища. Заметы мальковой волокуши показали, что молодь тарани держалась в мелководных заводях береговой полосы.

В летний период молодь тарани отмечалась массово почти в каждом улове мальковой волокуши. В среднем на одно притонение приходилось 28 сеголетков и 20 двухлеток. Встречались также экземпляры возрастом 3+, однако в единичных случаях. Распределение тарани проходило неравномерно: наибольшая встречаемость отмечалась в верхней части Нижнего Дона, выше Кочетовского гидроузла (в среднем 69 сеголетков и 72 двухлетки на одно притонение). Максимальный улов тарани возрастом 0+ и 1+ отмечен авторами напротив устья р. Маныч (585 экз./притонение). В дельте скопления тарани оказались наименьшими (6 сеголетков и 5 двухлеток на одно притонение).

В октябре тарань отмечалась в значительном количестве в уловах мальковой волокушей. В среднем на одно притонение приходилось 4,7 сеголетков. Максимальные уловы волокушей (38 сеголетков) зафиксированы вблизи ст. Багаевской. В дельте наибольшие уловы наблюдались в районе водозабора комбината детского питания с. Кулешовка (14 сеголетков).

Результаты интерполяции плотности скоплений как леща, так и тарани указывают на неоднородность его скоплений. В весенний период основная масса молоди леща концентрировалась выше Константиновского гидроузла, в районе хуторов Ведерников и Арпачин. На станциях ниже по течению р. Дон количество вылавливаемой

молоди значительно снизилось. Заметы мальковой волокуши показали, что молодь леща держалась в мелководной части береговой полосы.

В августе–сентябре молодь леща в верхней части Нижнего Дона выше Кочетовского шлюза в среднем улавливалась в количестве 40 экз. на одно притонение. Наибольшей численности сеголетки леща достигали вблизи устья р. Соленая (112 экз./притонение) и в районе водозабора г. Семикаракорска (100 экз./притонение). Ниже шлюза до самого нулевого километра концентрация молоди падает до 1–2 сеголетков в улове с максимумом вблизи устья р. Маныч (12 экз./притонение и 30 экз./траление) (рис. 4).

В осенний период сеголетки леща в верхней части Нижнего Дона выше устья в среднем попадались в количестве 0,5 экз. на промысловое усилие, что связано со скатом леща в распресненные зоны Таганрогского залива. Ниже устья до самого нулевого километра встречаемость молоди растет до 3,6 сеголетков на усилие с максимумом вблизи водозабора комбината детского питания с. Кулешовка (28 сеголетков на усилие).

Результаты интерполяции плотности скоплений, оценки биомассы и численности молоди тарани и леща свидетельствуют об умеренно благоприятной нерестовой кампании в условиях депрессивного гидрологического режима в 2020 г.

Оценка общей биомассы молоди тарани и леща выполнялась на основе ряда навесок данных видов в улове на каждой станции р. Дон, после чего осуществлялся пересчет биомассы молоди в ее численность при помощи оценок среднего веса, полученного при анализе морфометрических вариационных статистик (табл. 6).

Диагностика стандарта распределения оценок общей биомассы молоди не выявила наличие значимых отклонений от нормальности, что свидетельствует об удовлетворительной репрезентативности полученных оценок.

ВЫВОДЫ

1. Отмечен значимый ($a=0,05$) прирост в средней длине и массе тарани и леща в весенне-летний период. Отсутствие значимого прироста в средней длине и массе молоди в летне-осенний период связано со скатом подросших особей в Азовское море и замедлением темпов роста на данном этапе жизненного цикла.

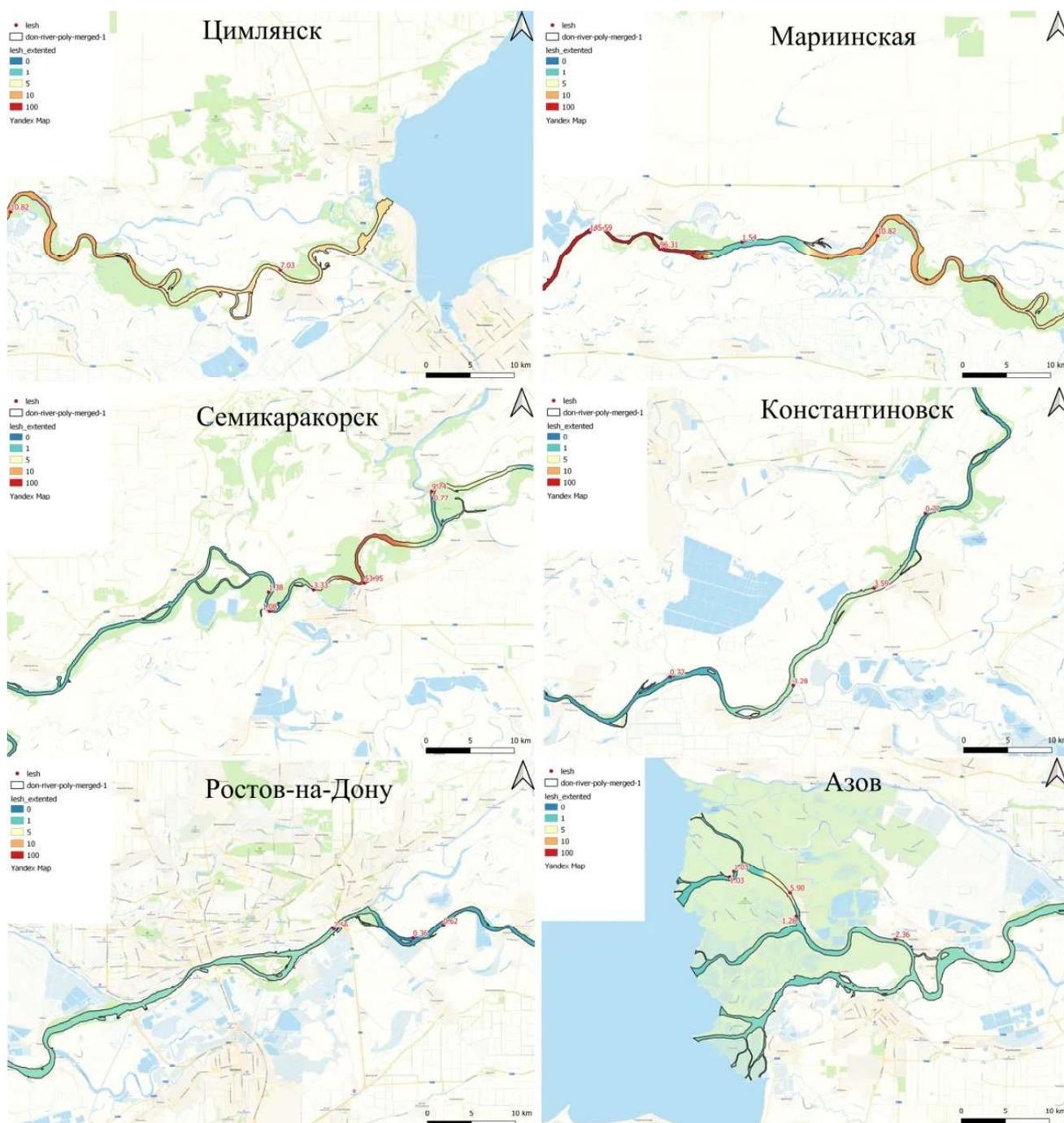


Рис. 4. Распределение молоди леща в р. Дон в августе–сентябре ($г/м^2$) — интерполяция плотности скоплений методом обратно взвешенных расстояний

Fig. 4. Spatial distribution of bream juveniles in the Don River in August–September (g/m^2) — interpolation of aggregation density by the inverse distance weighting method

Таблица 6. Оценка общей биомассы молоди тарани и леща, их численности в р. Дон в осенний период 2020 г.
Table 6. Estimation of total biomass and abundance of roach and bream juveniles in the Don River in the autumn season of 2020

Вид Species	Биомасса молоди, т Biomass of juveniles, t		Численность молоди, млн экз. Abundance of juveniles, million ind.	
	Оценка Estimate	Доверительный интервал Confidence interval p=0,95	Оценка Estimate	Доверительный интервал Confidence interval p=0,95
Тарань Roach	226,9	101,4–597,3	49,3	22,1–130,3
Лещ Bream	389,0	145,6–898,2	30,4	11,3–70,1

- Молодь тарани и леща в прибрежье р. Дон распределена неравномерно: в весенний период она концентрировалась в основном на мелководьях в предплотинном участке Цимлянского водохранилища, в летне-осенний период наибольшие скопления отмечались выше Кочетовского гидроузла (тарани — 69, леща — 100–112 экз./усилие) и напротив устья р. Маныч (585 и 12 экз./усилие, соответственно). Ниже по р. Дон вплоть до нулевого километра скопления тарани снижались до 6, а леща до 1–3,6 экз./усилие, в осенний период вся молодь стекала к дельте.
- В условиях неоптимальной гидрологической обстановки результаты нерестовой кампании в целом оценены как умеренно благоприятные: численность молоди тарани и леща, произведенной в 2020 г., составила 49,3 и 30,4 млн экз., соответственно.
- Иванченко И.Н. Формирование запасов донской популяции леща в условиях антропогенных преобразований Азовского моря : автореф. дис. канд. биол. наук. Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2004. 26 с.
- Воловик Е.С., Воловик С.П., Косолапов А.Е. Водные и биологические ресурсы Нижнего Дона: состояние и проблемы управления. Новочеркасск: Изд-во СевКавНИИВХ, 2009. 301 с.
- Дубинина В.Г., Косолапов А.Е., Жукова С.В. Проблема восстановления водных биологических ресурсов поймы Нижнего Дона // Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г.» : матер. Всерос. науч. конф. (г. Петрозаводск, 6–11 июля 2015 г.). Петрозаводск: Изд-во Карельского научного центра Российской академии наук, 2015. Т. 1. С. 277–287.
- Белоусов В.Н. Последний рубеж естественного воспроизводства в Азово-Донском районе // Рыбное хозяйство. 2016. № 4. С. 14–19.
- Старцев А.В., Балыкин П.А. Рыбные ресурсы Азово-Донского бассейна в условиях зарегулирования рек // Морские биологические исследования: достижения и перспективы : матер. Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции (г. Севастополь, 19–24 сентября 2016 г.) / Под ред. А.Е. Гаевской. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. Т. 3. С. 439–443.
- Лурье П.М., Панов В.Д. Река Дон: гидрография и режим стока. Ростов-н/Д.: Донской издательский дом, 2018. 591 с.
- Воловик С.П. К оценке ущерба рыбному хозяйству в связи с антропогенными преобразованиями экосистемы Азовского моря // Тезисы докл. област. науч. конф. по итогам работы АзНИИРХ за 25 лет (г. Ростов-на-Дону, 30 сентября 1983 г.). Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 1983. С. 19–20.
- Гаргопа Ю.М. Оценка предельных экологически допустимых изъятий речного стока в бассейне Азовского моря // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азов-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Дубинина В.Г. Гидрологический режим поймы Нижнего Дона и проблемы рыбохозяйственного использования водных ресурсов реки : автореф. дис. канд. геогр. наук. Ростов-н/Д.: Изд-во Ростовского государственного университета, 1969. 34 с.
- Жукова С.В. Обеспеченность водными ресурсами рыбного хозяйства Нижнего Дона // Водные биоресурсы и среда обитания. 2020. Т. 3, № 1. С. 7–19. doi: 10.47921/2619-1024_2020_3_1_7.
- Дубинина В.Г., Ромова М.Г., Спичак М.К. Гидрологический, гидрохимический режим Нижнего Дона и условия обводнения нерестилищ до строительства Цимлянской ГЭС и в современных условиях. Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 1967. 53 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 7. Донской район / Под ред. М.С. Протасьева. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 459 с.

- ского бассейна : сб. науч. тр. АзНИИРХ. Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, Полиграф, 1996. С. 133–135.
12. Бондаренко Ю.В. Методы полевых гидрологических и метеорологических исследований : учеб. пособие. Саратов: Издательский центр «Наука», 2011. 202 с.
 13. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). 3-е изд. // Л.: Изд-во Ленинградского государственного университета, 1939. 245 с.
 14. Vox G.E.P., Cox D.R. An analysis of transformations // *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*. 1964. Vol. 26, no. 2. Pp. 211–243.
 15. Student. The probable error of a mean // *Biometrika*. 1908. Vol. 6, no. 1. Pp. 1–25. doi: 10.2307/2331554.
 16. Shepard D. A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data // *Proceedings of the 1968 23rd ACM National Conference (Las Vegas, 27–29 August, 1968)*. A.M. Rosenberg, R.B. Blue. (Eds.). New York: Association for Computing Machinery Publ., 1968. Pp. 517–524. doi: 10.1145/800186.810616.
 17. Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищевая промышленность, 1968. 288 с.
 18. Жердев Н.А. Состояние популяции азовской тарани в современный период // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна : сб. науч. тр. (2008–2009 гг.) АзНИИРХ. Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2011. С. 63–67.
 19. Жердев Н.А., Власенко Е.С., Гуськова О.С. Распределение молоди тарани *Rutilus rutilus*, леща *Abramis brama*, рыльца *Vimba vimba*, судака *Sander lucioperca* в Нижнем Дону в маловодный 2017 год // *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2020. Т. 3, № 1. С. 42–53. doi: 10.47921/2619-1024_2020_3_1_42.
 20. Чередников С.Ю., Власенко Е.С., Жердев Н.А., Кузнецова И.Д., Лукьянов С.В. Лимитирующие факторы абиотической среды и биологические особенности важнейших промысловых мигрантов Азовского моря // *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2020. Т. 3, № 1. С. 27–41. doi: 10.47921/2619-1024_2020_3_1_27.
- of water resources for the fisheries of the Lower Don River]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources & Environment]*, 2020, vol. 3, no. 1, pp. 7–19. doi: 10.47921/2619-1024_2020_3_1_7. (In Russian).
3. Dubinina V.G., Romova M.G., Spichak M.K. Gidrologicheskiy, gidrokhimicheskiy rezhim Nizhnego Dona i usloviya obvodneniya nerestilishch do stroitel'stva Tsimlyanskoy GES i v sovremennykh usloviyakh [Hydrological and hydrochemical regime of the Lower Don, and the water supply conditions in spawning grounds before construction of the Tsimlyansk HPP and in the current context]. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 1967, 53 p. (In Russian)
 4. Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. T. 7. Donskoy rayon [Surface water resources of the USSR. Vol. 7. Don Region]. Leningrad: Gidrometeoizdat [Hydrometeorological Publishing House], 1973, 459 p. (In Russian).
 5. Ivanchenko I.N. Formirovanie zapasov donskey populyatsii leshcha v usloviyakh antropogennykh preobrazovaniy Azovskogo morya : avtoref. dis. kand. biol. nauk [Stock development of the Don River bream population under the conditions of anthropogenic transformations of the Azov Sea. Extended abstract of Candidate's (Biology) Thesis]. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 2004, 26 p. (In Russian).
 6. Volovik E.S., Volovik S.P., Kosolapov A.E. Vodnye i biologicheskie resursy Nizhnego Dona: sostoyanie i problemy upravleniya [Aquatic biological resources of the Lower Don: status and management issues]. Novocherkassk: Severo-Kavkazskiy nauchno-issledovatel'skiy institut vodnogo khozyaystva [North-Caucasian Scientific Research Institute for Fisheries] Publ., 2009, 301 p. (In Russian).
 7. Dubinina V.G., Kosolapov A.E., Zhukova S.V. Problema vosstanovleniya vodnykh biologicheskikh resursov poymy Nizhnego Dona [Challenge of restoration of the biological resources in the Lower Don floodplain]. In: *Nauchnoe obespechenie realizatsii "Vodnoy strategii Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 g." : materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii (g. Petrozavodsk, 6–11 iyulya 2015 g.) [Scientific provision for implementation of the "Water strategy of the Russian Federation for the period until 2020". Proceedings of the All-Russian Scientific Conference (Petrozavodsk, 6–11 July, 2015)]*. Petrozavodsk: Karel'skiy nauchnyy tsentr Rossiyskoy akademii nauk [Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences] Publ., 2015, vol. 1, pp. 277–287. (In Russian).
 8. Belousov V.N. Posledniy rubezh estestvennogo vosproizvodstva v Azovo-Donskom rayone [The last frontier of natural fish reproduction in the Azov-Don Region]. *Rybnoe khozyaystvo [Fisheries]*, 2016, no. 4, pp. 14–19. (In Russian).
 9. Startsev A.V., Balykin P.A. Rybnye resursy Azovo-Donskogo basseyna v usloviyakh zaregulirovaniya

REFERENCES

1. Dubinina V.G. Gidrologicheskiy rezhim poymy Nizhnego Dona i problemy rybokhozyaystvennogo ispol'zovaniya vodnykh resursov reki : avtoref. dis. kand. geogr. nauk [Hydrological regime of the Lower Don floodplains and the problems of the fisheries exploitation of aquatic resources in the river. Extended abstract of Candidate's (Geography) Thesis]. Rostov-on-Don: Rostovskiy gosudarstvennyy universitet [Rostov State University] Publ., 1969, 34 p. (In Russian).
2. Zhukova S.V. Obespechennost' vodnymi resursami rybnogo khozyaystva Nizhnego Dona [Availability

- rek [The fish resources in the Azov-Don Basin in the conditions of regulating of rivers]. In: *Morskie biologicheskie issledovaniya: dostizheniya i perspektivy : materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, priurochennoy k 145-letiyu Sevastopol'skoy biologicheskoystantsii (g. Sevastopol', 19–24 sentyabrya 2016 g.)* [Marine biological research: achievements and perspectives. Proceedings of All-Russian Scientific Practical Conference with international participation dedicated to the 145th Anniversary of Sevastopol Biological Station (Sevastopol, 19–24 September, 2016)]. A.E. Gaevskeya. (Ed.). Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika [EKOSI-Hydrophysics], 2016, vol. 3, pp. 439–443. (In Russian).
10. Lurye P.M., Panov V.D. Reka Don: gidrografiya i rezhim stoka [Don River: Hydrography and flow regime]. Rostov-on-Don: Donskoy izdatel'skiy dom [Don Publishing House], 2018, 591 p. (In Russian).
 11. Volovik S.P. K otsenke ushcherba rybnomu khozyaystvu v svyazi s antropogennymi preobrazovaniyami ekosistemy Azovskogo morya [To the assessment of the damage caused to fisheries by anthropogenic changes of the Azov Sea ecosystem]. In: *Tezisy dokladov oblastnoy nauchnoy konferentsii po itogam raboty AzNIIRKH za 25 let (g. Rostov-na-Donu, 30 sentyabrya 1983 g.)* [Abstracts of the Regional Scientific Conference based on the results of the AzNIIRKH's work for 25 years (Rostov-on-Don, 30 September, 1983)]. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 1983, pp. 19–20. (In Russian).
 12. Gargopa Yu.M. Otsenka predel'nykh ekologicheskikh dopustimyykh iz'yatnykh rechnogo stoka v bassejne Azovskogo morya [Estimation of maximum allowable extraction volumes of the river flow in the Azov Sea Basin]. In: *Osnovnye problemy rybnogo khozyaystva i okhrany rybokhozyaystvennykh vodoemov Azovskogo basseyna : sbornik nauchnykh trudov AzNIIRKH* [The main problems of fisheries and protection of waterbodies with fisheries in the Azov Sea Basin. Collection of research papers of AzNIIRKH]. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., Poligraf [Printing Worker], 1996, pp. 133–135. (In Russian).
 13. Bondarenko Yu.V. Metody polevykh gidrologicheskikh i meteorologicheskikh issledovaniy : uchebnoe posobie [Methods of hydrological and meteorological field investigations. Study guide]. Saratov: Izdatel'skiy tsentr "Nauka" [Science. Publishing Centre], 2011, 202 p. (In Russian).
 14. Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh). 3rd ed. Leningrad: Leningradskiy gosudarstvennyy universitet [Leningrad State University] Publ., 1939, 245 p. (In Russian).
 15. Box G.E.P., Cox D.R. An analysis of transformations. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 1964, vol. 26, no. 2, pp. 211–243.
 16. Student. The probable error of a mean. *Biometrika*, 1908, vol. 6, no. 1, pp. 1–25. doi: 10.2307/2331554.
 17. Shepard D. A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data. In: *Proceedings of the 1968 23rd ACM National Conference (Las Vegas, 27–29 August, 1968)*. A.M. Rosenberg, R.B. Blue. (Eds.). New York: Association for Computing Machinery Publ., 1968, pp. 517–524. doi: 10.1145/800186.810616.
 18. Aksyutina Z.M. Elementy matematicheskoy otsenki rezul'tatov nablyudeniy v biologicheskikh i rybokhozyaystvennykh issledovaniyakh [Elements of mathematical evaluation of observation results in biological and fisheries studies]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry], 1968, 288 p. (In Russian).
 19. Zherdev N.A. Sostoyaniye populyatsii azovskoy tarani v sovremenny period [Population status of roach in the Azov Sea at the present time]. In: *Osnovnye problemy rybnogo khozyaystva i okhrany rybokhozyaystvennykh vodoemov Azovo-Chernomorskogo basseyna : sbornik nauchnykh trudov (2008–2009) AzNIIRKH* [The main problems of fisheries and protection of waterbodies with fisheries in the Azov and Black Sea Basin. Collection of research papers of AzNIIRKH (2008–2009)]. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 2011, pp. 63–67. (In Russian).
 20. Zherdev N.A., Vlasenko E.S., Guskova O.S. Raspredeleniye molodi tarani *Rutilus rutilus*, leshcha *Abramis brama*, rybtsa *Vimba vimba*, sudaka *Sander lucioperca* v Nizhnem Donu v malovodnyy 2017 god [Distribution of the juveniles of common roach *Rutilus rutilus*, common bream *Abramis brama*, vimba bream *Vimba vimba*, and zander *Sander lucioperca* in the Lower Don in low-water year of 2017]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2020, vol. 3, no. 1, pp. 42–53. doi: 10.47921/2619-1024_2020_3_1_42. (In Russian).
 21. Cherednikov S.Yu., Vlasenko E.S., Zherdev N.A., Kuznetsova I.D., Lukyanov S.V. Limitiruyushchie faktory abioticheskoy sredy i biologicheskie osobennosti vazhneyshikh promyslovykh migrantov Azovskogo morya [Limiting factors of the abiotic environment and biological characteristics of important commercial migratory fish species of the Azov Sea]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2020, vol. 3, no. 1, pp. 27–41. doi: 10.47921/2619-1024_2020_3_1_27. (In Russian).

Поступила 26.02.2021

Принята к печати 06.04.2021