

Научная статья

УДК 597.5: 591.543.43(06)

DOI 10.46845/1997-3071-2024-72-11-25

Характеристика нерестового хода рыб рек бассейна Вислинского залива на примере р. Прохладной

Андрей Викторович Алдушин¹, Юлия Казимировна Алдушина²

^{1,2} Калининградский государственный технический университет, Калининград,
Россия

¹aldushin@klgtu.ru

²yuliya.aldushina@klgtu.ru

Аннотация. Работа посвящена применению комплексного подхода к изучению нерестовых миграций рыб в речные бассейны Вислинского залива. Исследовался нерестовый ход рыб в р. Прохладную в 2019–2020 гг. Оценка численности, видовой и размерной структуры нерестовой миграции проведена в нижнем течении реки с помощью гидроакустического комплекса NetCog и данных по уловам ставных сетей с шагом ячеи от 14 до 60 мм. Основу уловов составляли плотва, лещ и уклейка, на долю которых приходилось 77 % от общей биомассы. Мелкоразмерные особи были представлены плотвой, уклейкой и ершом, рыбы с длиной тела 14–24 см – густерой, плотвой и окунем, крупноразмерные особи – лещом, реже – судаком. Среди рыб длиной свыше 47 см в уловах встречалась только щука. Нерестовый ход начинался в первой декаде апреля при достижении температуры воды 7–8 °С, а массовый ход – при температуре 11–12 °С. Суточная динамика нерестового хода за рассматриваемый период не претерпевала существенных изменений. Отмечено уменьшение общей численности проходных рыб в 2020 г. более чем два раза по сравнению с 2019 г. Установлена сходная размерно-видовая структура ихтиоценоза р. Прохладной в 2019–2020 гг. Различия в интенсивности нерестового хода в эти годы, вероятно, связаны с низким уровнем воды в 2020 г. и наличием преграды в виде заиленного устья реки, препятствующего свободному заходу рыбы к местам ее нереста.

Ключевые слова: река Прохладная, Вислинский залив, нерестовый ход рыб, гидроакустические исследования, видовая и размерная характеристики.

Для цитирования: Алдушин А. В., Алдушина Ю. К. Характеристика нерестового хода рыб рек бассейна Вислинского залива на примере реки Прохладной // Известия КГТУ. 2024. № 72. С. 11–25. DOI 10.46845/1997-3071-2024-72-11-25.

Original article

Characteristics of the fish spawning migration in the rivers of the Vistula Lagoon basin on the example of the Prokhladnaya River

Andrey V. Aldushin¹, Yuliya K. Aldushina²

^{1,2}Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹aldushin@klgtu.ru

²yuliya.aldushina@klgtu.ru

Abstract. The study is devoted to the use of an integrated approach to the research of fish spawning migration into the river basins of the Vistula Lagoon. The fish spawning migration into the Prokhladnaya River in 2019–2020 has been studied. The number of spawning migrating fish in lower river was estimated by echo-sounder and species and size structures of fishes was carried out based on catch data from gill nets with a mesh 14–60 mm in the lower part of the river. The most numerous species of the catches are roach, bream, and bleak, accounting for 77% of the total biomass. The small-sized fishes in the catches are roach, bleak and ruffe. The fish examples with a body length of 14–24 cm are silver bream, roach and perch. Large-sized individuals are represented by bream, less often pikeperch. Fishes over 47 cm in length are represented in the catches only by pike. The spawning migration begins in the first decade of April when the water temperature reaches 7–8 deg. C, and the mass migration begins at a water temperature of 11–12 deg. C. The daily dynamics of the spawning migration in these years does not undergo significant changes. There was a more than two-fold decrease in the total number of migrating fish in 2020 compared to 2019. A similar size-species structure of the ichthyocenosis of the Prokhladnaya River in 2019–2020 has been established. The differences in the intensity of the spawning migration in these years are probably due to the low water level in 2020 and presence of a barrier in the form of a silted river mouth, preventing the free entry of fish to their spawning grounds.

Keywords: river Prokhladnaya, Vistula Lagoon, spawning migration, hydroacoustic research, species and size characteristics.

For citation: Aldushin A. V., Aldushina Yu. K. Characteristics of the fish spawning migration in the rivers of the Vistula Lagoon basin on the example of the Prokhladnaya River. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2024; (72) : 11–25. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2024-72-11-25.

ВВЕДЕНИЕ

Мониторинг анадромных миграций промысловых видов рыб является важным аспектом при оценке их запасов и регулировании промысла. Изучение особенностей хода рыбы, его суточной динамики и интенсивности, морфологических условий водных объектов, оказывающих влияние на миграцию, зачастую труднодостижимы при использовании традиционных методов исследований. Одним из достаточно информативных и эффективных подходов является применение гидроакустических комплексов, которые позволяют оперативно проводить оценку состояния водных биоресурсов в определенный момент времени и осуще-

ствлять их количественный учет. Средства акустики с 60-х годов прошлого века успешно применяются для оценки запасов рыб в морях и океанах [1–3], однако в последние десятилетия наблюдается использование данного метода и на внутренних водоемах [4–8].

На реках для подобных рыбохозяйственных целей используются системы горизонтального зондирования, осуществляющие сканирование сечения реки, позволяющие восстанавливать распределение силы цели и определять направление движения рыб в грациях вверх-вниз по течению [5, 9, 10]. Для получения с высокой точностью данных видового и размерного состава регистрируемых гидробионтов необходимо проводить контрольные обловы в зоне работы гидроакустического комплекса, поэтому применение комплексного подхода к изучению ихтиоценозов с использованием традиционных подходов, дополненных данными гидроакустических исследований, позволяет определить не только видовые и размерные характеристики, но и оценить пространственную и временную структуры, а также получить абсолютные количественные значения ихтиоценоза [11].

Река Прохладная принадлежит бассейну Вислинского залива и является местом нереста не только постоянно живущих промысловых видов рыб (лещ, судак, плотва и др.) данного водоема, но и анадромных видов, обитающих в бассейне Балтийского моря (кумжа, лосось).

Цель данной работы – характеристика нерестовых миграций рыб р. Прохладной на основании применения вышеизложенного комплексного подхода.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследование динамики нерестовых миграций рыб в 2019 и 2020 гг. осуществлялось путем проведения комплексных исследований на р. Прохладной, включающих следующие виды работ:

- изучение морфометрических характеристик реки;
- гидроакустическое сканирование реки с целью оценки численности и размерной структуры рыб, совершающих нерестовые миграции;
- проведение контрольных обловов ставными одностенными сетями с различным шагом ячеи в зоне, непосредственно примыкающей к гидроакустическому створу, для определения видового и размерного состава рыб.

В рамках проводимых исследований обследован участок реки протяженностью 13,5 км от пос. Косатухино до устьевой части в пос. Ушаково.

Морфометрические характеристики реки определяли с помощью гидроакустического комплекса AsCor, применение которого для указанных целей возможно и на мелководных водоемах [12]. Количественная оценка заходящих на нерест рыб проводилась гидроакустическим комплексом NetCor, позволяющим определять направление их движения и восстанавливать размерный состав рыб [13]. Последнее рассчитывалось на основании уравнения для бокового ракурса [14].

$$TS = 24,2 \text{ LgL} - 68,3 + d,$$

где TS – сила цели, дБ; L – длина, см; d – поправка при разных используемой и референтной частотах.

Оценка видового и размерного состава заходящих на нерест рыб осуществлялась на основании контрольных обловов ставными жаберными сетями с шагом ячеи от 14 до 60 мм, которые выставлялись выше по течению в непосредственной близости (50–100 м) от гидроакустического комплекса, а также в местах предполагаемых нерестилищ. Сбор и обработка материалов проводились в соответствии с общепринятыми методиками ихтиологических исследований [15] и оригинальными методиками исследований, адаптированных для условий внутренних водоемов Калининградской области [16].

Обработка данных видового и размерного состава рыб велась в информационно-аналитической системе «Рыбвод» [16]. Были проанализированы результаты обловов на р. Прохладной как за 2019–2020 гг., так и за предшествующие (2011–2017 гг.). В целом проведено 104 облова.

Схема расположения гидроакустического створа и мест проведения контрольных обловов представлена на рис. 1.



Рис. 1. Схема расположения станций мониторинга нерестового хода рыб на р. Прохладной (2019–2020 гг.)

Fig. 1. Map of monitoring stations of fish spawning migration in the Prokhladnaya River (2019–2020)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Река Прохладная является типичной нерестовой рекой бассейна Вислинского залива и одной из наиболее протяженных малых рек Калининградской области.

Результаты морфометрических работ показали наличие в устье р. Прохладной бара высотой 2,5–3 м, который снижает ее глубину в данной части до 0,3 м. На протяжении почти 10 км от устья глубина русла составляет более 1 м, за исключением двух участков: самого устья и участка реки на расстоянии порядка 7 км от него, где встречаются отмели [17]. Существование бара отмечалось с 2014 г. как один из факторов, определяющих состояние реки с экологической и рыбохозяйственной точек зрения [18].

На основании данных контрольных обловов установлено, что ихтиоценоз р. Прохладной представлен 11 видами. По численности преобладали уклейка,

плотва, окунь и густера, по массе – лещ, уклейка, плотва, густера, окунь (рис. 2 – 3). В группу «прочие» объединены виды, наличие которых в контрольных уловах не превышало 5 % по численности и 10 % – по биомассе.

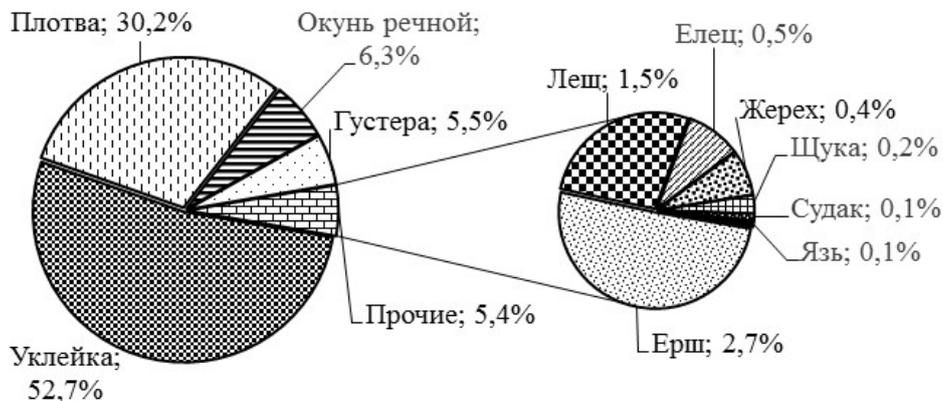


Рис. 2. Видовая структура ихтиоценоза р. Прохладной по численности, %
 Fig. 2. Species structure of the ichthyocenosis of the Prokhladnaya River by number, %

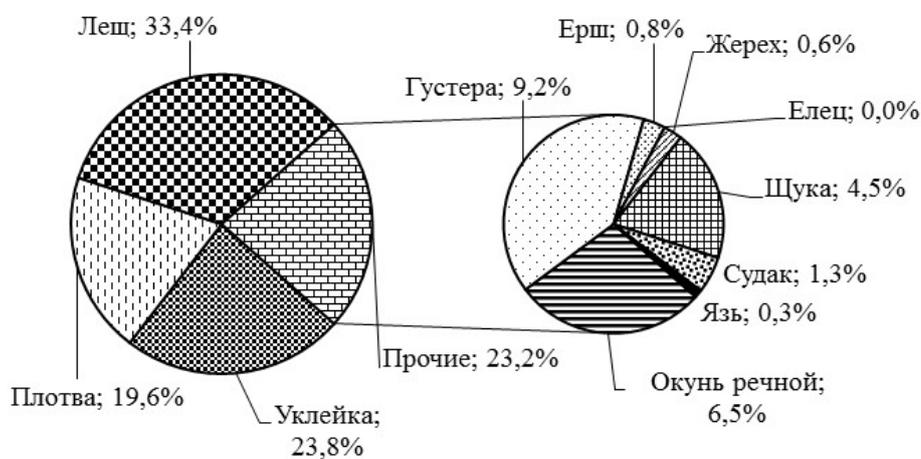


Рис. 3. Видовая структура ихтиоценоза р. Прохладной по биомассе, %
 Fig. 3. Species structure of the ichthyocenosis of the Prokhladnaya River by weight, %

Анализ размерно-видовой структуры, полученной по данным контрольных обловов, показал, что основная доля рыб по численности в уловах среди размерных групп до 10 см приходилась на плотву, уклейку и ерша. Особи длиной 10–13 см в подавляющем большинстве представлены уклейкой. Среди рыб с длиной тела 14–24 см преобладали густера, плотва и окунь, в этой же группе встречались жерех, язь. Крупные рыбы с длиной тела свыше 30 см (до 47 см) представлены

исключительно лещом, иногда встречался судак (размерная группа 41–42 см). Среди особей длиной свыше 47 см в уловах отмечалась только щука (рис. 4).

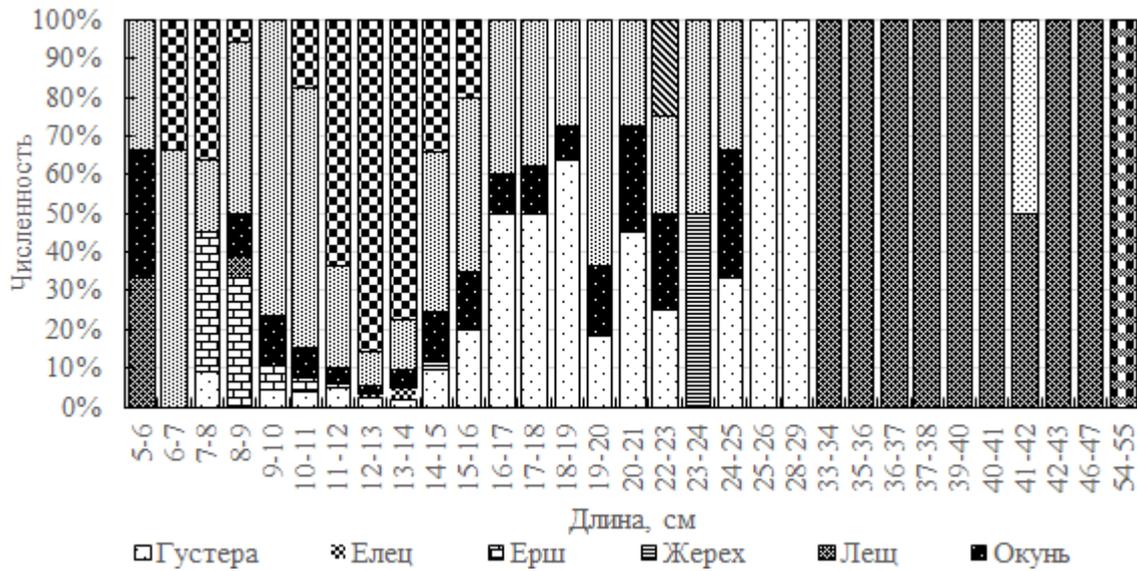


Рис. 4. Размерно-видовая структура рыбного сообщества р. Прохладной
 Fig. 4. Size and species structure of the fish community of the Prokhladnaya River

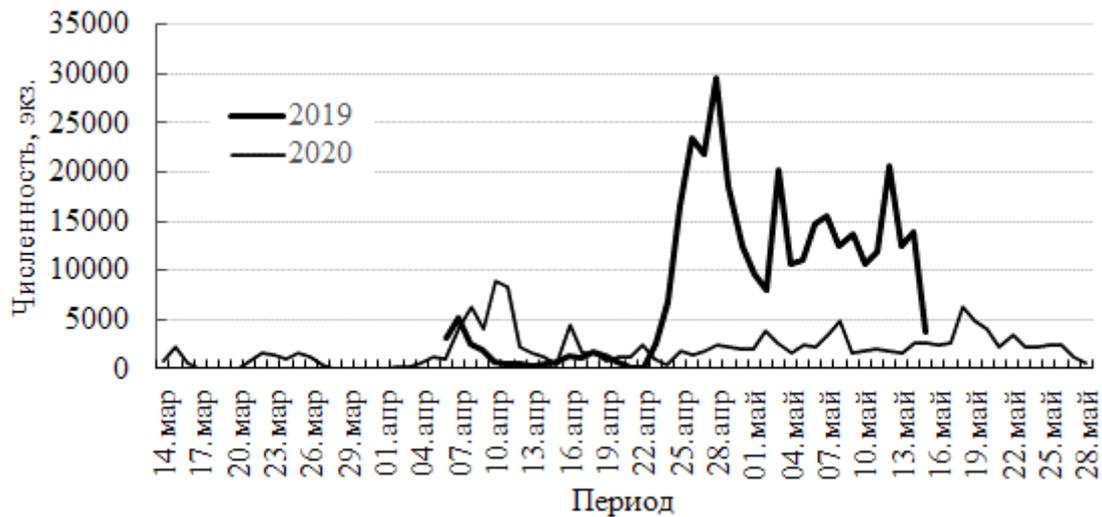


Рис. 5. Интенсивность нерестового хода рыб в р. Прохладной
 Fig. 5. Intensity of fish spawning migration in the Prokhladnaya River

Первая миграционная активность рыб на р. Прохладной фиксировалась в начале апреля, когда температура воды достигла 7–8 °С. Основная волна массового хода представителей рыбного сообщества отмечалась при достижении температуры воды 11–12 °С. Дальнейшие колебания данного параметра выше указанной отметки не оказывали существенного влияния на интенсивность нерестовых

миграций и их продолжительность, а динамика уже определялась совокупностью других факторов (рис. 5–6).

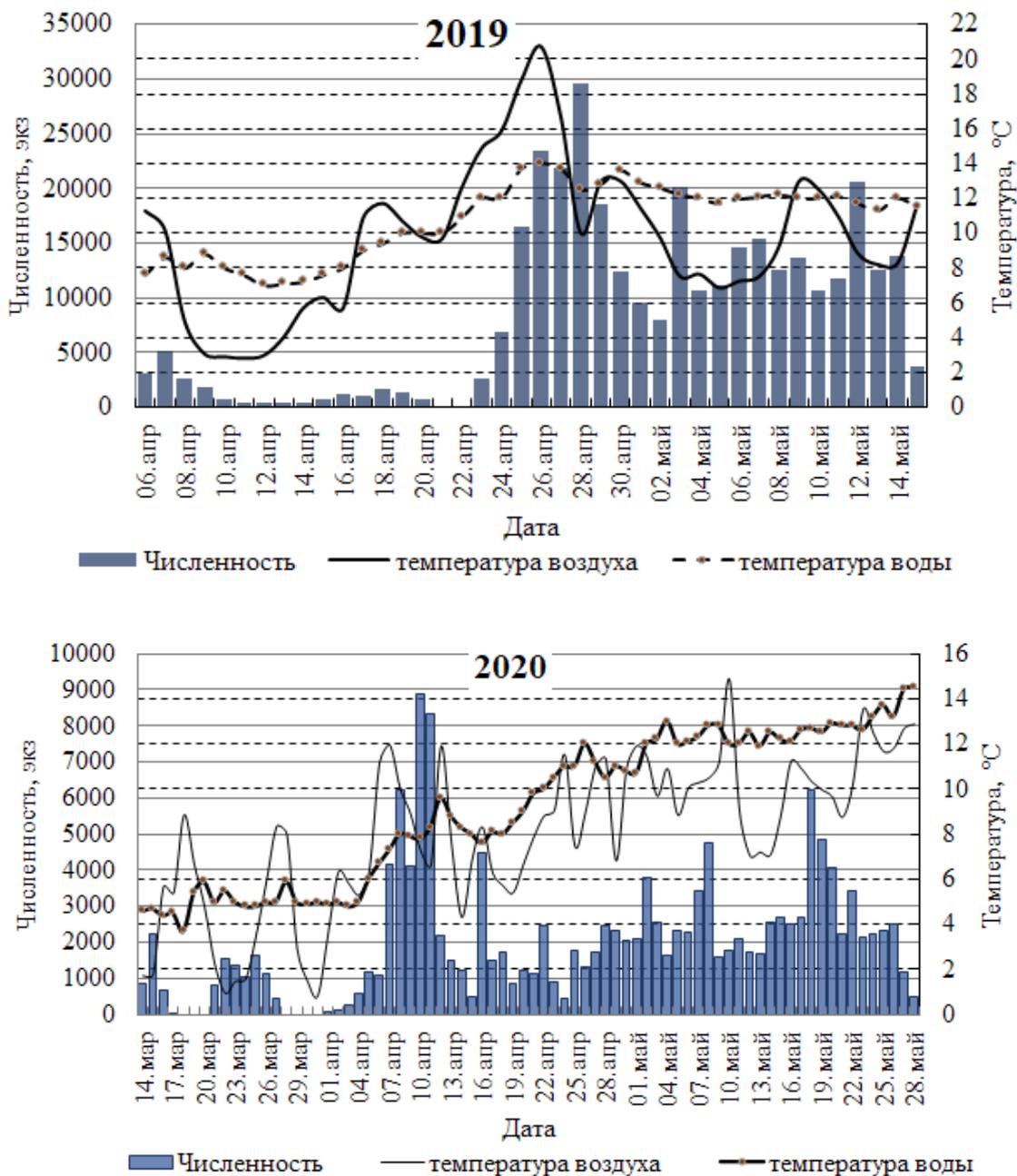


Рис. 6. Динамика температурных условий и хода рыбы в р. Прохладной
Fig. 6. Dynamic of temperature conditions and fish spawning migration in the Prokhladnaya River

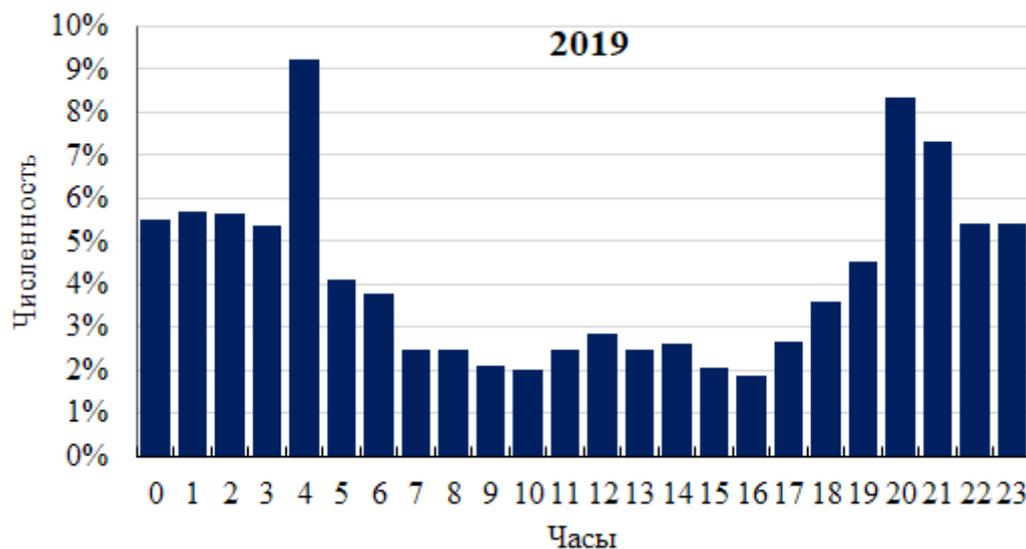


Рис. 7. Суточная динамика хода рыбы по данным гидроакустических исследований на р. Прохладной в 2019 г.

Fig. 7. Daily dynamics of fish migration according to hydroacoustic studies on the Prokhladnaya River in 2019

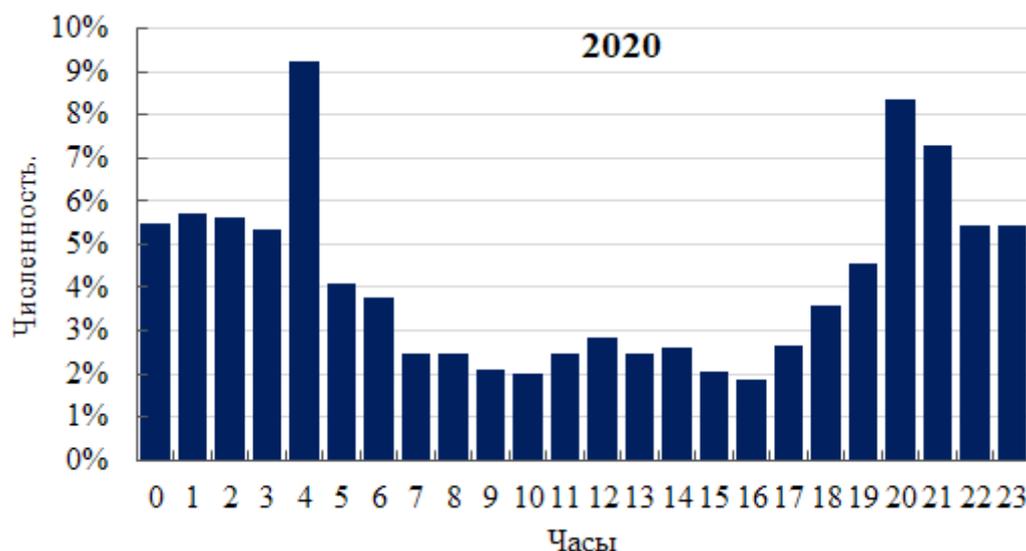


Рис. 8. Суточная динамика хода рыбы по данным гидроакустических исследований на р. Прохладной в 2020 г.

Fig. 8. Daily dynamics of fish migration according to hydroacoustic studies on the Prokhladnaya River in 2020

Анализ суточной динамики хода рыбы в два смежных года на р. Прохладной показал, что данная миграционная активность в 2019 г. соответствовала таковой в 2020 г. (рис. 7–8). Следует отметить, что ее интенсивность претерпевала существенные суточные колебания вплоть до полного прекращения движения рыбы. Указанные изменения могут зависеть от многих факторов,

прежде всего климатических, таких как температура воды и воздуха, направление и сила ветра, уровень воды в реке, солнечная активность. Отмечено, что нерестовый ход происходил преимущественно в темное время суток, днем рыбы практически не перемещались.

По силе отраженного сигнала за рассматриваемый период наблюдений была определена размерная структура мигрирующих в р. Прохладную рыб. Переход от значений силы цели, регистрируемых комплексом NetCor, к линейным характеристикам рыб осуществлялся по уравнению [14] (рис. 9–10). В первой декаде апреля в 2019 и в 2020 гг. в зоне акустической регистрации сигналов фиксировались особи длиной 27–36 см с преобладающей размерной группой 30–33 см. Принимая во внимание сроки захода рыбы, температурные условия, биологию видов и данные контрольных обловов, можно сделать вывод о том, что учтенные комплексом NetCor скопления характеризовали ход ранних весенне-нерестующих видов рыб (елец, язь, лещ, щука).

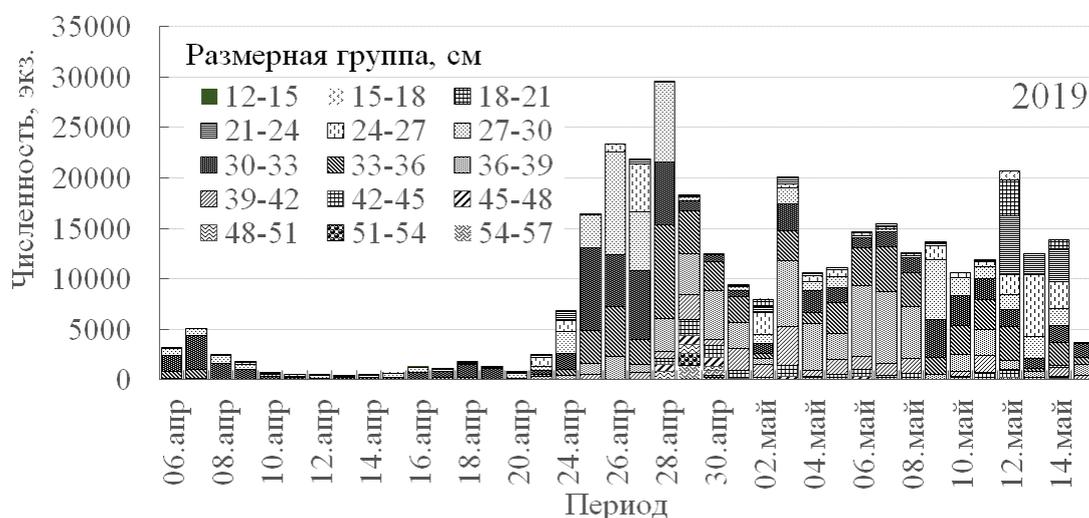


Рис. 9. Размерная структура мигрирующих рыб по данным гидроакустических исследований на р. Прохладной в 2019 г.
 Fig. 9. Size structure of migrating fish according to hydroacoustic studies on the Prokhladnaya River in 2019

Начало массовых нерестовых миграций рыб, приходящихся на третью декаду апреля, характеризовалось заходом особей с преобладающей длиной 30–36 см. Затем произошло смещение регистрируемых комплексом размерных характеристик рыб в сторону меньших длин, при этом модальная группа соответствовала длине 24–27 см. Подобная динамика изменения указанного параметра наблюдалась оба года и наступала во второй декаде мая. Сопоставляя имеющуюся информацию, можно сделать вывод о том, что период с конца апреля по первую декаду мая характеризовался ходом леща, после которого отмечались миграции более мелких по размеру (относительно леща) густеры, а также плотвы.

Анализ количественной оценки прошедших через сканируемое гидроакустическим комплексом сечение р. Прохладной особей показал уменьшение общей численности проходных рыб в 2020 г. более чем два раза по сравнению с

2019 г. (табл.). При этом динамика суточной миграционной активности рыб, а также их размерная структура за рассматриваемые два года наблюдений в целом сопоставимы, что говорит о сходной видовой структуре рыбного сообщества р. Прохладной в 2019–2020 гг. Различия связаны, прежде всего, с разной интенсивностью нерестового хода, которая в 2019 г. была значительно выше, чем в 2020 г. Предположительно, один из факторов, который оказал влияние на снижение количества мигрировавших рыб в 2020 г., – это низкий уровень воды в указанный период, что наряду с заиленным устьем реки является серьезной преградой для свободного захода рыбы к местам ее нереста.

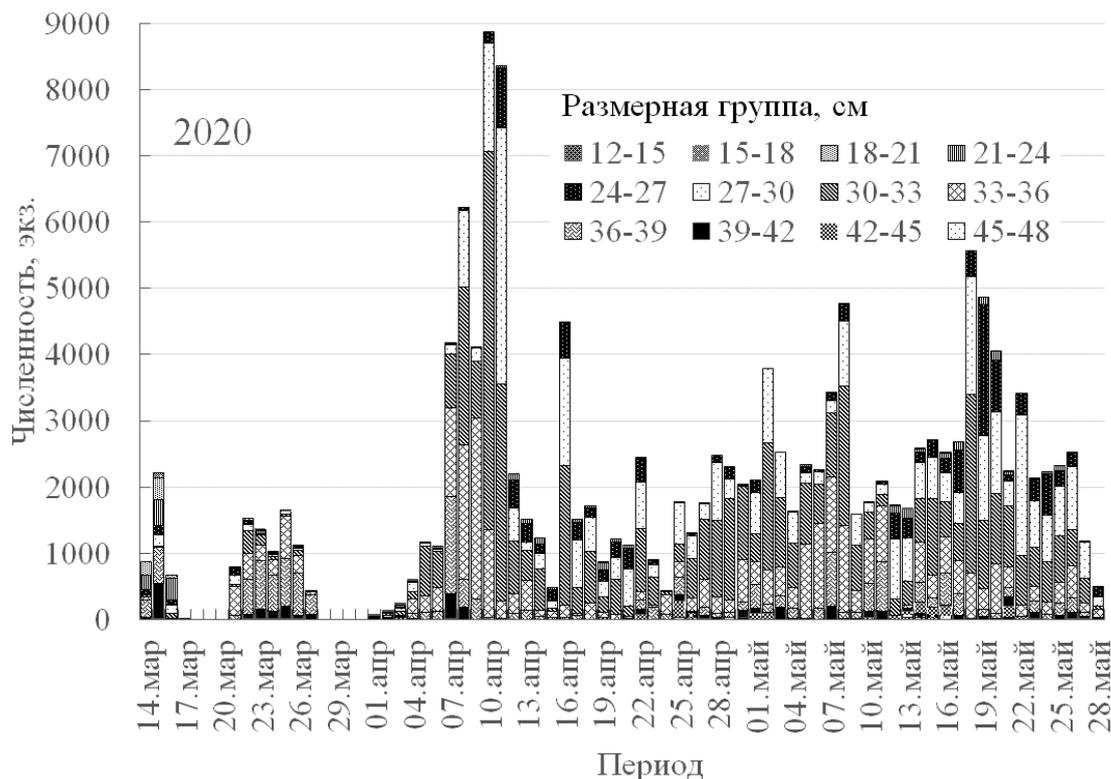


Рис. 10. Размерная структура мигрирующих рыб по данным гидроакустических исследований на р. Прохладной в 2020 г.

Fig. 10. Size structure of migrating fish according to hydroacoustic studies on the Prokhladnaya River in 2020

Таблица. Количество мигрировавших рыб в реку Прохладную в 2019–2020 гг.
 Table. Number of migrating fish in the Prokhladnaya River in 2019–2020.

Численность, экз.	2019	2020
Все виды рыб	342 071	152 206
Лещ	191 000	63 800

Полученные данные позволяют сделать вывод о доминировании леща (42 – 55 % от общей численности мигрирующих рыб) в нерестовой части ихтиоценоза р. Прохладной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение современных гидроакустических научно-исследовательских комплексов позволяет не только расширить возможности традиционных методов ихтиологических наблюдений на внутренних водоемах, но и получить количественные значения численности изучаемых рыбных сообществ, которые играют важную роль при разработке оценок возможных объемов добычи водных биоресурсов. Более того, это позволяет определить текущие условия их нерестовых миграций и воспроизводства, а также сопоставить полученные результаты с данными количественных оценок воспроизводства рыб, полученных по стандартным методикам [19].

Данная информация особенно актуальна как при рассмотрении необходимости проведения мелиоративных работ на нерестовых реках, когда можно оценить эффект от рыбохозяйственной мелиорации, так и при расчете компенсации ущерба водным биоресурсам, наносимого в результате различных видов хозяйственной деятельности, когда искусственное воспроизводство может быть заменено и/или дополнено проведением мелиоративных работ [20].

Список источников

1. Вологдин В. Н. Вклад ТИНРО в развитие гидроакустического метода оценки запасов и изучения поведения рыб // Известия ТИНРО. 2005. Т. 141. С. 382–392.
2. Кудрявцев В. И. Гидроакустика рыбохозяйственная. М.: ВНИРО, 2018. 460 с.
3. Jen-Ming Liu, Hendra Setiazi, Po-Yuk So. Fisheries hydroacoustic assessment: A bibliometric analysis and direction for future research towards a blue economy // Regional Studies in Marine Science. 2023. V. 60. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352485523000270> (дата обращения: 17.11.2023).
4. Оценка коэффициентов уравнения акустической силы цели на основе морфологии плавательного пузыря байкальского омуля / П. Н. Аношко [и др.] // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15. № 1 (54). С. 89–98.
5. Оценка численности мигрирующих на нерест производителей нерки (*Oncorhynchus nerka*) стада р. Озерной гидроакустическим методом / К. М. Малых, Д. В. Демченко, В. А. Дубынин, М. Н. Коваленко // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2020. № 56. С. 63–73.
6. Vertical distribution and diel migration of mesopelagic fishes on the northern slope of the South China Sea / X. Wang [et al.] // Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. 2019. V. 167. P. 128–141.
7. Hydroacoustic assessment of fish resources in three reservoirs: The effects of different management strategies on fish density, biomass and size / Aihuan Guo, Julin Yuan, Tianjiang Chu, Qingping Lian // Fisheries Research. 2019. V. 215. P. 90–96.
8. First Hydroacoustic Assessment of Fish Abundance and Distribution in the Shallow Sub-basin of Lake Titicaca / E. Loayza [et al.] // Aquaculture and Fisheries.

2020. 4: 034. URL: <https://www.researchgate.net/publication/348157133> (дата обращения: 17.11.2023).

9. Борисенко Э. С., Павлов Д. С., Кузицин К. В. Гидроакустические исследования анадромной миграции микижи *Parasalmo mykiss* (Salmonidae) реки Квачина (Западная Камчатка) // Вопросы ихтиологии. 2022. Т. 62. № 6. С. 770–780.

10. Плотность и распределение рыб в реке, с ярко выраженной гетерогенностью среды, по результатам гидроакустической съемки / Герасимов Ю. В. [и др.] // Биология внутренних вод. 2019. № 2, вып. 2. С. 68–74.

11. Алдушин А. В. Пространственно-временная динамика пелагического ихтиоценоза олиготрофного озера на примере озера Виштынецкого: дисс. ... канд. биол. наук: 03.02.06. Калининград, 2021. 160 с.

12. Дегтев А. И., Ивантер Д. Э. Автоматизированная система количественной оценки рыбных запасов гидроакустическим методом АСКОР-2 // Рыбное хозяйство. 2002. № 4. С. 32–40.

13. Количественная оценка проходных рыб гидроакустическим методом на мелководных водотоках / А. И. Дегтев [и др.] // Рыбное хозяйство. 2007. № 6. С. 102.

14. Side-aspect target strength of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), whitefish (*Coregonus lavaretus*), and pike (*Esox lucius*) / J. Lilja [et al.] // Aquatic Living Resources. 2000. V. 13. P. 355–360.

15. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

16. Шибает С. В. Теоретические основы применения системного подхода в рыбохозяйственных исследованиях и информационном обеспечении управления водными биоресурсами внутренних водоемов. Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук: 03.00.10. Калининград, 2002. 42 с.

17. Алдушин А. В., Новожилов О. А. Гидроакустическая оценка условий нерестовых миграций рыб на примере реки Прохладной Калининградской области // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 38–41.

18. Нагорнова Н. Н., Берникова Т. А., Цупикова Н. А. Формирование гидрологических особенностей малых рек в физико-географических условиях Калининградской области на примере р. Прохладной // Вестник РУДН. 2014. № 4. С. 77–86.

19. Шибает С. В., Новожилов О. А., Федотова Т. С. Первые результаты количественной оценки воспроизводства леща в р. Промысловой бассейна Куршского залива // IX Балтийский морской форум: материалы. Калининград, 2021. Т. 3. С. 180–184.

20. Оценка воспроизводительной способности и возможного эффекта рыбохозяйственной мелиорации на примере реки Промысловой бассейна Куршского залива / С. В. Шибает [и др.] // Известия КГТУ. 2019. № 55. С. 145–160.

References

1. Vologdin V. N. Vklad TINRO v razvitie gidroakusticheskogo metoda otsenki zapasov i izucheniya povedeniya ryb [TINRO contribution to the development of the

hydroacoustic method for assessing stocks and studying fish behavior]. *Izvestiya TINRO*, 2005, vol. 141, pp. 382–392.

2. Kudryavtsev V. I. *Gidroakustika rybokhozyaystvennaya* [Fishery hydroacoustics]. Moscow, VNIRO Publ., 2018, 460 p.

3. Jen-Ming Liu, Hendra Setiazi, Po-Yuk So. Fisheries hydroacoustic assessment: A bibliometric analysis and direction for future research towards a blue economy. *Regional Studies in Marine Science*. 2023, vol. 60. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352485523000270> (Accessed 17 November 2023).

4. Anoshko P. N. [i dr.]. Otsenka koeffitsientov uravneniya akusticheskoy sily tseli na osnove morfologii plavatel'nogo puzyrya baykal'skogo omulya [Estimation of coefficients of the target strength equation based on the morphology of the Baikal omul swim bladder]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie*, 2020, vol. 15, no. 1 (54), pp. 89–98.

5. Malykh K. M., Demchenko D. V., Dubynin V. A., Kovalenko M. N. Otsenka chislennosti migriruyushchikh na nerest proizvoditeley nerki (*Oncorhynchus nerka*) stada r. Ozerney gidroakusticheskim metodom [Estimation of the number of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) spawners migrating to spawn in the herd of the river Ozerney hydroacoustic method]. *Issledovaniya vodnykh biologicheskikh resursov Kamchatki i severo-zapadnoy chasti Tikhogo okeana*, 2020, no. 56, pp. 63–73.

6. Vertical distribution and diel migration of mesopelagic fishes on the northern slope of the South China Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 2019, vol. 167, pp. 128–141.

7. Aihuan Guo, Julin Yuan, Tianjiang Chu, Qingping Lian. Hydroacoustic assessment of fish resources in three reservoirs: The effects of different management strategies on fish density, biomass and size. *Fisheries Research*. 2019, vol. 215, pp. 90–96.

8. Loayza E. [et al.]. First Hydroacoustic Assessment of Fish Abundance and Distribution in the Shallow Sub-basin of Lake Titicaca. *Aquaculture and Fisheries*. 2020. 4: 034. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/348157133> (Accessed 17 November 2023).

9. Borisenko E. S., Pavlov D. S., Kuzishchin K. V. Gidroakusticheskie issledovaniya anadromnoy migratsii mikizhi *Parasalmo mykiss* (Salmonidae) reki Kvachina (Zapadnaya Kamchatka) [Hydroacoustic studies of anadromous migration of mykiss *Parasalmo mykiss* (Salmonidae) in the Kvachina River (Western Kamchatka)]. *Voprosy ikhtiologii*, 2022, vol. 62, no. 6, pp. 770–780.

10. Gerasimov Y. V., Borisenko E. S., Bazarov M. I., Stolbunov I. A. Plotnost' i raspredelenie ryb v reke, s yarko vyrazhennoy geterogenost'yu sredy, po rezul'tatam gidroakusticheskoy s'emki [Density and distribution of fish in a river with a pronounced heterogeneity of the environment, according to the results of hydroacoustic survey]. *Biologiya vnutrennikh vod*, 2019, no. 2, iss. 2, pp. 68–74.

11. Aldushin A. V. *Prostranstvenno-vremennaya dinamika pelagicheskogo ikhtotsenoza oligotrofnogo ozera na primere ozera Vishtynetskogo*. Dis. cand. biol. nauk

[Spatiotemporal dynamics of pelagic ichthyocenosis of an oligotrophic lake using the example of Lake Vishtynetskoye. Dis. cand. biol. sci.]. Kaliningrad, 2021, 160 p.

12. Degtev A. I., Ivanter D. E. Avtomatizirovannaya sistema kolichestvennoy otsenki rybnokh zapasov gidroakusticheskim metodom ASKOR-2 [Automated system for quantitative assessment of fish stocks using the hydroacoustic method ASCOR-2]. *Rybnoe khozyaystvo*, 2002, no. 4, pp. 32–40.

13. Degtev A. I. [i dr.]. Kolichestvennaya otsenka prokhlodnykh ryb gidroakusticheskim metodom na melkovodnykh vodotokakh [Quantitative assessment of anadromous fish by hydroacoustic method in shallow watercourses]. *Rybnoe khozyaystvo*, 2007, no. 6, pp. 102.

14. Lilja J. [et al.]. Side-aspect target strength of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), whitefish (*Coregonus lavaretus*), and pike (*Esox lucius*). *Aquatic Living Resources*. 2000, vol. 13, pp. 355–360.

15. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh)* [A guide to the study of fishes (mostly freshwater)]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1966, 376 p.

16. Shibaev S. V. *Teoreticheskie osnovy primeneniya sistemnogo podkhoda v rybokhozyaystvennykh issledovaniyakh i informatsionnom obespechenii upravleniya vodnymi bioresursami vnutrennikh vodoemov. Avtoreferat diss. dokt. biol. nauk.* [Theoretical basis for the application of a systems approach in fisheries research and information support for the management of aquatic biological resources of inland water bodies. Abstract of dis. dr. sci.]. Kaliningrad, 2002, 42 p.

17. Aldushin A. V., Novozhilov O. A. Gidroakusticheskaya otsenka usloviy nerestovykh migratsiy ryb na primere reki Prokhladnoy Kaliningradskoy oblasti [Hydroacoustic assessment of the conditions of spawning migrations of fish for the example of the Prokhladnaya River in the Kaliningrad Region]. *Rybnoe khozyaystvo*, 2023, no. 6, pp. 38–41.

18. Nagornova N. N., Bernikova T. A., Tsupikova N. A. Formirovaniye gidrologicheskikh osobennostey malyykh rek v fiziko-geograficheskikh usloviyakh Kaliningradskoy oblasti na primere r. Prokhladnoy [Formation of hydrological features of small rivers in the physical and geographical conditions of the Kaliningrad region using the example of the river Prokhladnaya]. *Vestnik RUDN*, 2014, no. 4, pp. 77–86.

19. Shibaev S. V., Novozhilov O. A., Fedotova T. S. Pervye rezul'taty kolichestvennoy otsenki vosproizvodstva leshcha v r. Promyslovoy basseyna Kurshskogo zaliva [The first results of a quantitative assessment of bream reproduction in the river Promyslovaya of the Curonian Lagoon basin]. *Materialy IX Baltiyskogo morskogo foruma* [Materials Baltic Maritime Forum]. Kaliningrad, 2021, vol. 3, pp. 180–184.

20. Shibaev S. V. [i dr.]. Otsenka vosproizvoditel'noy sposobnosti i vozmozhnogo effekta rybokhozyaystvennoy melioratsii na primere reki Promyslovoy basseyna Kurshskogo zaliva [Assessment of the reproductive capacity and possible effect of fi-

shery reclamation using the example of the Promyslovaya River in the Curonian Lagoon basin]. *Izvestiya KGTU*, 2019, no. 55, pp. 145–160.

Информация об авторах

А. В. Алдушин – кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

Ю. К. Алдушина – кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

Information about the authors

A. V. Aldushin – Ph.D. in Biology, Associate Professor of the Department of Water Bioresources and Aquaculture

Y. K. Aldushina – Ph.D. in Biology, Associated Professor of the Department of Water Bioresources and Aquaculture

Статья поступила в редакцию 27.10.2023; одобрена после рецензирования 10.11.2023; принята к публикации 20.11.2023.

The article was submitted 27.10.2023; approved after reviewing 10.11.2023; accepted for publication 20.11.2023.