

Основной титульный экран

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ПРАВИТЕЛЬСТВО КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ

**Материалы VIII Международного Балтийского морского форума
5-10 октября 2020 года**

Том 3

**VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ, АКВАКУЛЬТУРА И ЭКОЛОГИЯ ВОДОЕМОВ»**

Электронное издание

**Калининград
Издательство БГАРФ
2020**

РОСТ ОБЫКНОВЕННОГО СУДАКА *SANDER LUCIPERCA* (PERCIDAE) В МАТЫРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

¹Никитенко Алексей Иванович, главный специалист лаборатории водных биологических ресурсов

²Артеменков Дмитрий Владимирович, канд. с.-х наук, старший научный сотрудник департамента гидробионтов

¹Горячев Дмитрий Владимирович, зав. лабораторией водных биологических ресурсов

¹Клец Наталия Николаевна, зам. зав. лабораторией водных биологических ресурсов

¹Филиал по пресноводному рыбному хозяйству Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИИПРХ),

Рыбное, Московская область, Россия, e-mail: wbr@vniiprh.ru

²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, Россия, e-mail: artemenkov@vniro.ru

*На основании материалов исследовательских работ ВНИИПРХ с 2018 по 2019 гг. на Матырском водхр. Липецкой обл. впервые освещаются особенности роста обыкновенного судака *S. lucioperca* в конкретной экосистеме, возникшие в процессе адаптации к условиям обитания. Параметры роста по уравнению фон Берталанфи составили: 100,3 см – теоретически предельная длина (L_{inf}), 0,099 – коэффициента роста (K) и 0,756 – коэффициент теоретического возраста (t_0). Половое созревание судака в Матырском водхр. происходит на 3 году, что позволило определить вероятный максимальный возраст – 10 лет.*

Введение

Род *Sander* включает 5 видов [1, 2], из которых наиболее крупных размеров до 75,0 см (FL, длина по Смиуту) достигает обыкновенный судак *Sander lucioperca* [1, 3, 4]. *S. lucioperca* распространен во всех крупных речных и озерных водоемах Европы и восточной Азии от 36° до 67° с.ш. и акклиматизирован в Испании, Англии, Франции, Германии, Швеции, Турции и Казахстане, в России – в Карелии, Крыму, Приморском крае, Новосибирской, Архангельской и Вологодской областях [3, 5, 6]. Два вида, берш *S. volgensis* и морской судак *S. marinus*, данного рода также обитают в восточном полушарии Земли: первый – в реках Каспийского, Азовского и Черного морей; второй – в Каспийском и северозападной части Черного морей [3, 5]. Остальные два вида, светлоперый судак *S. vitreus* и канадский судак *S. canadensis*, распространены в западном полушарии рек и водоемах США и Канады [1, 8].

Рыбы рода *Sander* давно привлекают внимание специалистов, которыми исследованы особенности морфологии, экологии, пищевого поведения, репродуктивной биологии и т.д. [3, 8–14]. Однако, приводимые в литературе сведения об особенностях роста популяций судаков в конкретных водоемах остаются не полными [9, 14–17]. Изученность и знание конкретной экосистемы помогает в сохранении биологического разнообразия и в оценке предельных допустимых объемов выпуска с целью искусственного воспроизводства [18–20].

Использование знаний о росте конкретной популяции рыб в размерных математических моделях позволяют вычислять индикаторы промысловой эксплуатации, биомассы и численности, которые совпадают с независимой оценкой [21, 22]. Темп роста *S. lucioperca* сильно различается в пределах ареала в зависимости от температурного режима и кормности водоема. Также на продуктивность водоема оказывают влияние условия обитания, так как обыкновенный судак – засадный хищник, он предпочитает песчаное и галечное дно с укрытиями [9, 11]. Целью нашей работы является определение особенностей роста обыкновенного судака *S. lucioperca* в Матырском водхр Липецкой области, возникшие в процессе адаптации к условиям обитания.

Материал и методика

Материал собран в период исследовательских работ ВНИИПРХ с 2018 по 2019 гг. на Матырском вдхр. Липецкой области. Матырское вдхр. располагается в Грязинском районе Липецкой области на р. Матыре, которая является крупнейшей по площади бассейна (5180 км²) и длине притока (180 км) р. Воронеж (бассейн Дона). Крупнейшее водохранилище региона было создано в 1976 г., имеет общую протяженность береговой линии 86 км и площадь водного зеркала – 38,8 км². Мелководный водоем долинного типа с умеренноизвилистой береговой линией и замедленным водообменом. По гидрохимическим показателям вода в водохранилище характеризуется превышениями предельно допустимых концентраций [23, 24].

Методика проведения исследований на водоемах общепринята ВНИИПРХ [25–27]. Видовую идентификацию рыб в уловах осуществляли по рекомендованным определителям [3]. Материал был собран набором ставных сетей длиной от 30 до 75 м с шагом ячеи от 25 до 70 мм. Всего за период наблюдений на Матырском вдхр. выполнено и учтено 60 шт. сетепостановок. Полевые работы ВНИИПРХ выполнялись с мая по октябрь в 2018 и 2019 гг.

Объектами настоящего исследования послужили самки и самцы обыкновенного судака *Sander lucioperca* с длиной по Смитту (FL) от 15 до 58 см. Длина (FL, см) и масса тела (W, г) (весы CAS, Южная Корея) были измерены с точностью 0,1 см и 1 г соответственно.

Общее число биоанализов всех выловленных рыб составило 165 экз. Зависимость длины и массы была рассчитана степенным уравнением роста рыб (1):

$$W = a \times FL^b, \quad (1)$$

где W - общий вес (в г), FL fork length – длина по Смитту (в см), a - коэффициент перехвата и b - коэффициент наклона регрессии [28,29].

Данные о размерном распределении и возрасте обыкновенного судака в разные годы проанализированы с использованием компьютерного программного пакета TropFishR в среде программирования R [30]. Пакет TropFishR дополняет традиционный метод электронного анализа размерного распределения ELEFAN (Electronic Length-Frequency Analysis) и включают определение параметров уравнения (2) роста фон Бергаланфи [31].

$$L_t = L_{inf} \times (1 - \exp^{-K(t-t_0)}) \quad (2)$$

где L_t - длина в возрасте t (в см), L_{inf} - предельная длина (в см), K - коэффициент роста, а t₀ - коэффициент теоретического возраста.

Результаты и обсуждение

Различные популяции *S. lucioperca* в пределах ареала распространения обитают в солоноватых и пресных водоемах и представляют пелагических хищников. Кормность водоема, помимо температурного режима, оказывает влияние на предел и темп роста обыкновенного судака. Так для молоди важными объектами питания являются зоопланктон и нектобентические ракообразные, для взрослого судака – молодь других рыб [3, 11]. В Рыбинском вдхр. к 7 годам судак достигает 47,4 см, в Куйбышевском вдхр. – 50,7 см, в Саратовском вдхр. – 56,8 см [32, 33], а в исследуемом Матырском вдхр. – 55,6 см (табл. 1). Коэффициент упитанности судака на 7 году жизни составляет 1,32, что несколько выше чем в возрасте 1-3 гг. – 1,27. Следовательно, можно предположить о достаточном обилии пищи в Матырском вдхр., как для молоди, так и для взрослого судака.

**Длина и масса тела судака разных возрастных классов из уловов
в Матырском водохранилище 2018-2019 гг.**

Возраст, лет	FL, мм	Масса, г	п, экз.
1+	15,5-24	41-134	6
	18,41 ±3,47	71,66±38,67	
2+	17-26,5	53-236	11
	23±3,59	159,1±70,26	
3+	22-37	134-630	42
	32,14±4,43	447,45±149,07	
4+	25-52	137-1087	45
	40,13±5,34	794±272,68	
5+	31-51	327-1500	25
	43,5±4,14	1025,24±303,53	
6+	43-52	855-1946	10
	48,15±3,62	1466,6±346	
7+	53-58	2010-2990	26
	55,56±1,08	2258,7±203,39	

Примечание. Над чертой - пределы варьирования показателя, под чертой - среднее значение; п - число исследованных рыб

В Матырском вдхр. максимальный отмеченный возраст 7 лет, в котором встречаются особи от 53 до 58 см. В Рыбинском и Саратовском вдхр. отмечаются особи, достигшие 8 лет и длины 53.8, 60.7 см, соответственно [32, 33]. В редких случаях в водоемах наблюдаются особи судака 9-и и 10-и летнего возраста [34, 35]. Необходимо отметить, что крупные размеры одновозрастных рыб в приводимых водоемах замечены в южных районах обитания с более теплыми температурными условиями. Указанные различия в размерах также обусловлены экологическими условиями, в которых обитают эти популяции.

Условия водоемов, отмеченные выше, влияют на упитанность рыб. Связь между размерами и массой судака Матырского вдхр. можно описать аллометрическим соотношением (3-5). Рассчитанные уравнения зависимости показывают положительный гипераллометрический коэффициент b , который характеризует форму тела как более упитанную ($b > 3$) для самцов и для самок. В разных регионах зависимость роста судака отличается, это может быть связано как с особенностями физиологического состояния, так и с различиями в условиях окружающей среды [36–38].

$$W = 0,0101 \times FL^{3.0539}; r^2 = 0,9668; \text{самцы + самки} \quad (3)$$

$$W = 0,0094 \times FL^{3.0631}; r^2 = 0,9779; \text{самцы} \quad (4)$$

$$W = 0,0111 \times FL^{3.0344}; r^2 = 0,9638 \text{ самки} \quad (5)$$

Теоретически предельная длина роста судака Матырского вдхр. рассчитана и построен график роста популяции (уравнение 6, рис. 1). Так, параметры роста по уравнению фон Бергаланфи (6) составили: 100,3 см – предельная длина (L_{inf}), 0,099 – коэффициента роста (K) и 0,756 – коэффициент теоретического возраста (t_0). При этом максимальный рассчитанный возраст (t_{max}) при массовом половом созревании (tm) в 3 года у судака Матырского вдхр. составляет 10 лет (7). Следовательно, при наблюдаемом массовом половом созревании судака в 3 года предельный возраст может составлять 10 лет, в котором судак будет достигать 66,3 см или 3,7 кг. Тогда показатель оптимальной вылавливаемой длины (L_{opt}) составит 42,1 см, при которой значение биомассы будет равно точке максимальной устойчивой биомассы (8).

$$L_t = 100,3 \times (1 - \exp^{-0,099(t-0,756)}), \quad (6)$$

$$\log(tm_{max}) = 0,5496 + 0,957 * \log(tm) \quad (7)$$

$$\log(L_{opt}) = 1,0421 * \log(L_{inf}) - 0,2742 \quad (8)$$

Расчитанные параметры роста и уравнение зависимости между длиной и массой позволили реконструировать рост судака по годам (рис. 1). Мальковый период и период созревания наблюдаются в возрасте от 1+ до 3+ лет. В эти периоды половые органы не развиты, а энергетические ресурсы расходуются главным образом на рост [39]. В возрасте 3+ судак Матырского вдхр. достигает 29,9 см длины и 325,7 г массы, прирост составляет 9,98 см и 108,6 г в год.

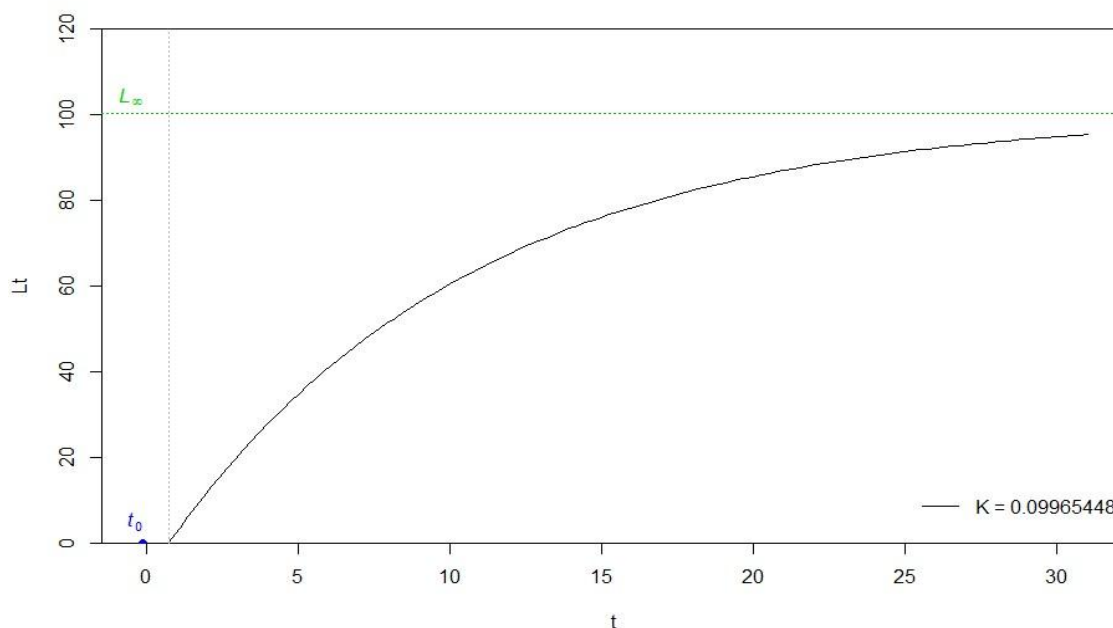


Рис. 1. Рост обыкновенного судака *S. lucioperca* в Матырском вдхр. Липецкой области 2018-2019 гг.

Половозрелые особи судака отмечаются в возрасте 3+ с длиной от 24 до 34 см. До возраста 7+ приросты судака в длину характеризуются высокими темпами, поэтому период половой зрелости охарактеризован в возрасте от 3+ до 7+ лет. В этот период энергия расходуется преимущественно на развитие половой системы и создание запасов для поддержания жизнедеятельности [39]. За этот период судак прирастает на 23,8 см и 1616,6 г, в результате ежегодные приросты длины снижаются у половозрелых особей до 5,9 см, а приросты массы возрастают до 404,1 г в год.

Затем наступает период старости, в котором половая функция затухает и рост в длину замедляется. Если предположить, что судак Матырского вдхр. доживает до максимального возраста 10+, в этот период от 7+ до 10+ особь прирастает на 12,6 см и 1750,2 г, а ежегодные приросты составляют не более 4,2 см и 583,4 г в год.

Заключение

Результаты изучения роста обыкновенного судака *S. lucioperca* в Матырском вдхр. Липецкой области свидетельствуют о наличии крупноразмерных особей одного возраста в сравниваемых водоемах. Так в исследуемом Матырском вдхр. судак к 7 годам достигает 55,6 см (табл. 1) или 53,7 см по уравнению Бергаланфи, что выше чем в Рыбинском (47,4 см) или Куйбышевском (50,7 см) вдхр., но ниже чем Саратовском вдхр. – 56,8 см [32, 33].

При половом созревании судака в Матырском вдхр. на 3 году жизни позволило определить максимальный возраст – 10 лет. Данный факт сопоставим с редкими случаями наблюдений судака в 9-и и 10-и летнем возрасте [34, 35]. Факт отсутствия поимок судака старше 7+ лет в Матырском вдхр. может быть связан с небольшой численностью крупноразмерных особей и коротким периодом исследований, а также любительским рыболовством. При вылове и изъятии судака с длиной по Смиуту 42,1 см и выше рыбаками любителями, представляется возможность иметь максимально устойчивую биомассу в Матырском вдхр.

Параметры роста рассчитанные по уравнению фон Бергаланфи (6): 100,3 см – теоритически предельная длина (L_{inf}), 0,099 – коэффициента роста (K) и 0,756 - коэффициент теоретического возраста (t_0) позволили реконструировать рост судака по годам (рис. 1). Таким образом, в мальковый период и период созревания до 3+ лет судак достигает 29,9 см длины и 325,7 г массы, а приросты у неполовозрелых

особей составляют 9,98 см и 108,6 г в год. Половозрелый судак в возрасте от 3+ до 7+ лет приростает на 23,8 см и 1616,6 г или на 5,9 см и 404,1 г в год. В период старости будут наблюдаться минимальный прирост длины на 12,6 см и наибольший прирост массы 1750,2 г, а ежегодные – не более 4,2 см и 583,4 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спановская В. Д. Семейство Окуневые (Percidae) // Жизнь животных. Том 4. Часть 1. Рыбы. М.: Просвещение, 1971. – 655 с.
2. Froese R. and D. Pauly. Editors. FishBase. – Sander Oken. – 2020. Accessed through: World Register of Marine Species at: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=151307> on 2020–08–26.
3. Атлас пресноводных рыб России: В двух томах. // Под ред. Ю.С.Решетникова. М.: Наука, 2002. – Т.2. – 251 с.
4. Andreu-Soler A., Oliva-Paterna F. J., Torralva M. A review of length-weight relationships of fish from the Segura River basin (SE Iberian Peninsula) // Journal of Applied Ichthyology. – 2006. –295–296p.
5. Решетников Ю.С., Шакирова Ф.М. Зоогеографический анализ ихтиофауны Средней Азии по спискам пресноводных рыб // Вопр. ихтиологии. – 1993. –Т.33. – С. 37–45.
6. Kottelat M. European freshwater fishes. – В.: Biologia, 1997. –271 p.
7. Список рыбообразных и рыб пресных вод России / Ю.С. Решетников, Н.Г. Богущкая, Е.Д. Васильева, Е.А. Дорофеева и др. //Вопр. ихтиологии. – 1997. – Т. 37. – вып. 6. – С. 723–771.
8. Page L. M., Burr B. M. A field guide to freshwater fishes: North America north of Mexico. – Houghton Mifflin Company. Boston, 1991. – 544 p.
9. Берг Д.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран // М.-Л.: АН СССР. – 1949. – Т.3. – С. 930–1381.
10. Константинов К.Г. Сравнительный анализ морфологии и биологии окуня, судака и берша на разных этапах развития //Работы по этапности развития костистых рыб. М.: АН СССР. Тр. ИМЖ АН СССР. – 1957. – Вып. 16. – С. 181–236.
11. Фортунатова К. Р., Попова О. А. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в дельте Волги. – М.:Наука, 1973. – 298 с.
12. Becker G.C. Fishes of Wisconsin. – University of Wisconsin Press, Wisconsin, 1983. – 1052 p.
13. Sublette J. E., Hatch M. D., Sublette M. The fishes of New Mexico. – Press: Albuquerque, New Mexico, 1990. – 393 p.
14. Евланов И. А., Козловский С. В., Антонов П. И. Кадастр рыб Самарской области. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 1998. – 222 с.
15. Beverton R.J.H., Holt S.J. A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics // CIBA Foundation colloquia on ageing: the lifespan of animals. – 1959. – V. 5. – P. 142–180.
16. Staras M., Cernisencu I., Navodaru I. Studiul cresterii principalelor specii de pesti din complexul Razim-Sinoe // Aquaropi. – 1995. – P. 417–420.
17. Age structure and mortality of walleyes in Kansas reservoirs: use of mortality caps to establish realistic management objectives / M.C. Quist, J.L. Stephen, C.S. Guy, R.D. Schultz // North Am. J. Fish. Manage. – 2004. P. 990–1002.
18. Конвенция о биологическом разнообразии от 05.06.1992.
19. Федеральный закон от 20.12.2004 № 166–ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов».
20. Аквакультура в Белгородском водохранилище на примере обыкновенного леща *Abramis brama*, его оценки численности и рекомендации выпуска молоди / Д.В. Артеменков, Д.В. Горячев, Н.Н. Клец, П.К. Афанасьев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2020. – № 5 (172). – С. 36-45.
21. Gulland J. A., Rosenberg A.A. A review of length-based approaches to assessing fish stocks. – FAO Fisheries Technical Paper, Rome.: FAO. – 1992. – V.323. – 100 p.
22. A new approach for estimating stock status from length frequency data. / R. Froese, H. Winker, G. Coro, N. Demirel et al. // ICES Journal of Marine Science. – 2018. – V. 75. – I. 6. – P. 2004-2015.
23. Мишон В. М., Двуреченский В. Н., Пешкова Н. В. Матырское водохранилище и его бассейн : водные ресурсы, использование и охрана. – Инфол, 2002. – 144 с.
24. Научно-популярная энциклопедия «Вода России» – Матырское водохранилище // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://water-rg.ru/> (дата обращения: 26.08.2020 г.).

25. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
26. Кушнарченко А.И., Лугарев Е.С. Оценка численности рыб по уловам пассивными орудиями // Вопр. ихтиологии. – 1983. – Т. 23. – №6. – С. 921-926.
27. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 164 с.
28. Винберг Г.Г. Линейные размеры и масса тела животных // Журн. общ. биол. – Т.32. – № 6. – 1971. – С.714–723.
29. Froese R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations // Journal of Applied Ichthyology. – 2006. – Vol. 22 – № 4. – P. 241–253.
30. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing // R Foundation for Statistical Computing. – Retrieved from: <http://www.R-project.org/> Accessed on 05 June 2018
31. Haddon M. Modelling and Quantitative Methods in Fisheries. – 2nd ed. London: Chapman & Hall/CRC Press, 2011. – 449 p.
32. Стрельников А.С., Володин В.М., Сметанин М.М. Формирование ихтиофауны и структура популяций рыб в водохранилищах // Биологические ресурсы водохранилищ. – Наука. – 1984. – С. 161–204.
33. Кузнецов В.А. Эффективность размножения, размерно-возрастная структура и рост судака *Stizostedion lucioperca* в Волжском плесе Куйбышевского водохранилища за время его существования // Вопр. рыболовства. – 2010. – Т. 11. – С. 89–99.
34. Семенченко Н.Н., Подорожнюк Е.В. Обыкновенный судак *Sander lucioperca* (L) p. Амур: результаты акклиматизации // Чтения памяти В. Я. Леванидова. – 2014. – Вып. 6. – С. 611–618.
35. Крайнюк В.Н., Асылбекова С.Ж., Исбеков К.Б. Рост судака *Sander lucioperca* (Percidae) в водохранилищах канала им. К.Сатпаева // Вестник АГТУ. – Сер. Рыбное хозяйство. – 2018. – № 1. – С. 59-68.
36. Li Q., Xu R., Huang J. Length-weight relations for 20 fish species from the Pearl River, China. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*. – 2013. – Vol. 43 – № 1. – P. 65–69.
37. Length-weight relationships of nine fish species from the Tetulia River, southern Bangladesh. / M. Y. Hossain, S. R. M. Sayed, R. M. Mosaddequr, M. M. Ali, M. A. Hossen, A. M. Elgorban, Z. F. Ahmed , J. Ohtomi // *Journal of Applied Ichthyology*. – 2015. – Vol. 31. – P. 967– 969.
38. Length-weight relationships of freshwater fishes of the AltoMadre de Dios River (Manu Biosphere Reserve, Peru). / I. Tobes, R. Miranda, A. Pino-del-Carpio, J. M. Araujo- Flores, H. Ortega // *Journal of Applied Ichthyology*. – 2016. – Vol. 32 – № 6. – P. 1256–1258.
39. Анисимова И.М., Лавровский В.В. Ихтиология. – М.: Агропромиздат, 1991. – 288 с.

GROWTH OF PIKE-PERCH SANDER LUCIPERCA (PERCIDAE) IN THE MATYR RESERVOIR, LIPETSK REGION

¹Nikitenko Alexey Ivanovich, head specialist of the laboratory biological resources

²Artemenkov Dmitry Vladimirovich, Senior Researcher of the Department of Hydrobionts

¹Goryachev Dmitry Vladimirovich, head laboratory of the biological resources

¹Klets Natali Nikolaevna, deputy head laboratory of the laboratory biological resources

¹Branch for the freshwater fisheries of “VNIRO” (“VNIIPRKH”),
Rybnoye, Moscow area Russian Federation, e-mail: wbr@vniiprh.ru

²Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Moscow, Russia, e-mail: artemenkov@vniro.ru

*Growth features of pike-perch *S. lucioperca* are highlighted at Matyr Reservoir, Lipetsk region, based on materials from VNIIPRKh's research works 2018-2019. Growth was expressed in length and the von Bertalanffy growth parameters were estimated as $L_{inf} = 100.3$ cm, $K = 0.099$, $t_0 = 0.756$ for males and females. Sexual maturation of pike-perch in the Matyr Reservoir occurs at the age of 3, which made it possible to determine the probable maximum age – 10 years.*