

Variability of *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) fecundity in the middle part of the Ob River (Western Siberia, Russia) and the influence of environmental temperature on it

Mishakin A.V.¹, Khakimov R.M.², Zavgorodniaia O.A.³, Interesova E.A.^{3,4*}

¹ Khanty-Mansiysk Department of the Tyumen Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Gagarin st., 190v, Khanty-Mansiysk, 628012, Russia

² LLC NPO "Tomsk-Ecology", Svetlaya st., 12, village Kudrinsky site, 634515, Russia

³ National Research Tomsk State University, Lenin ave., 36, Tomsk, 634050, Russia

⁴ Novosibirsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography ("ZapSibNIRO"), Pisareva str., 1, Novosibirsk, 630091, Russia

ABSTRACT. The peled, *Coregonus peled*, is a widespread species of the Coregonidae in Northern Eurasia. Its numbers remain relatively high throughout the Ob River basin. This species is environmentally plastic. Its fecundity varies widely, both across different water bodies and within the same water body during different observation periods. Hydrological conditions influence the reproductive capacity of peled, with higher fecundity in high-water years. This study aimed to analyze the fecundity of peled migrating upstream to the middle part of the Ob River for natural reproduction and detection the relationship between its fluctuations and environmental temperature. We identified that peled, which comes to spawn in the middle part of the Ob River, reaches sexual maturity at the age of three years. However, individuals aged five to six years form the basis of the spawning stock, comprising up to 70% of the total. The reproductive capacity of peled is highly variable. Individual absolute fecundity ranges from 11.3 to 58.0 thousand eggs, increasing with age, standard length, total weight, body weight, and Fulton and Clark indexes. Individual absolute fecundity ranges from 36 to 103 eggs per gram of body weight and correlates with total weight and Fulton indexes. Peled reproductive capacity indicators vary significantly between years. Overall, the individual relative fecundity of this species in age groups of 5 + years and older has decreased by 41–47% compared to the mid-20th century. There was a relationship between the reproductive capacity of peled migrating to the middle part of the Ob River for spawning and the environmental temperature in the lower part of the Ob River, where fish were feeding before the spawning migration begins: relatively high July temperatures are associated with lower individual absolute fecundity indicators for the most numerous age groups. Thus, global warming may have a negative impact on the reproductive capacity of peled in the Ob River basin.

Keywords: Peled, *Coregonus peled*, fecundity, climate change, Ob River, Western Siberia

For citation: Mishakin A.V., Khakimov R.M., Zavgorodniaia O.A., Interesova E.A. Variability of *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) fecundity in the middle part of the Ob River (Western Siberia, Russia) and the influence of environmental temperature on it // Limnology and Freshwater Biology. 2026. - № 1. - P. 34-45. DOI: [10.31951/2658-3518-2026-A-1-34](https://doi.org/10.31951/2658-3518-2026-A-1-34)

1. Introduction

The peled, *Coregonus peled*, is a widespread species of the Coregonidae family in Northern Eurasia (Reshetnikov et al., 1989; Froese and Pauly, 2025). It is one of the few whitefish species, whose numbers are still relatively high in all areas of the Ob basin (Matkovsky and Krokhalievsky, 2010; Krokhalievsky and Tunev,

2014; Tunev, 2015; Babkin et al., 2018; Tsapenkov et al., 2023). Peled is an object of commercial fishery, including aquaculture purposes: juveniles of the species that were obtained from wild fish are widely used for pasture-based fish farming in Western Siberia (Zlokazov et al., 1983; Mukhachev, 2008; Interesova et al., 2014; Egorov et al., 2020).

*Corresponding author. E-mail address: interesovaea@yandex.ru (E.A. Interesova)

Received: October 09, 2025;

Accepted after revised: January 28, 2026;

Available online: February 19, 2026

© Author(s) 2026. This work is distributed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



The peled inhabiting the Ob River has a complex life cycle. After wintering in the Gulf of Ob, it migrates upstream to the lower part of the Ob River, where it feeds in shallow and warm floodplain areas (sors). In autumn, mature individuals migrate to spawning grounds in the Ural tributaries of the Ob (the Severnaya Sosva, Voikar, and Shchuchya) and in the middle part of the Ob River. After spawning, the peled migrate back to the lower part of the Ob River (Popov, 2007).

This species is environmentally plastic (Krokhalevsky, 1981; Reshetnikov et al., 1989; Matkovsky and Krokhalevsky, 2010). This also applies to fecundity, which varies widely: the minimum value of absolute individual fecundity of the species in natural waters is more than 51 times lower than the maximum (Reshetnikov et al., 1989). Moreover, this indicator varies greatly not only in different water bodies but also from year to year in the same section of the basin (Iogansen and Petkevich, 1958; Krokhalevsky, 1980; Tunev, 2016). Hydrological regime is known to influence the reproductive capacity of peled: in high-water years it is higher (Moskalenko, 1956; Krokhalevsky, 1980; Bogdanov and Agafonov, 2001; Tunev, 2016; Bogdanov et al., 2024). At the same time, climate change was hypothesized to impact the natural reproduction of whitefish species (Matkovsky, 2019; Kirpotin et al., 2021; Matkovskii and Krasnoperova, 2022), as excessive water warming and decreased oxygen concentrations in summer may worsen feeding conditions for spawners in the Lower Ob floodplain system during the period of trophoplasmic growth of oocytes. This study aimed to analyze the fecundity of peled ascending to the middle part of the Ob River for reproduction and to detection the relationship between its fluctuations and environmental temperature.

2. Materials and methods

For this study, we used data from capturing peled spawners during their spawning migration in the middle part of the Ob River in the Aleksandrovsky District of Tomsk Oblast in September 2019 and 2020 (Fig. 1).

Fish were caught using 100-meter-long drift nets with a mesh size of 40–50 mm. Egg samples weighing 2.5–3.0 g were collected from females of various ages at maturity stage IV, and the samples were fixed in a 2% formalin solution. The standard length and weight of the fish were measured. The gonads were weighed, and scales were collected for age detection. Sample processing and age detection were performed in the laboratory by a single operator. The total number of samples was 45 in 2019 and 49 in 2020. According to generally accepted methods (Pravdin, 1966; Petlina, 1987), individual absolute (IAF) and relative (IRF) fecundity were assessed, and gonadosomatic index (GSI) reflecting the ratio of gonad weight to body weight without entrails was expressed as a percentage. To assess the influence of environmental temperature of the lower part of the Ob River before the start of the spawning migration on the fecundity of peled ascending to the spawning grounds within the middle part of the Ob River for reproduction, air temperature data in the Salekhard area from open sources were used (Reference and infor-

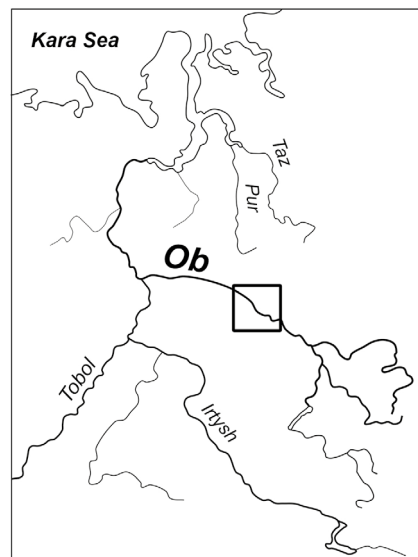


Fig.1. Material collection area (indicated by the dotted line).

mation portal..., 2025). Air temperature was chosen for analysis as an indicator that more accurately reflects the environmental temperature in floodplain shallows (feeding grounds of peled) than water temperature according to data from Roshydromet (Russian Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring) gauging stations, since the latter is measured in the riverbed, along the current.

To identify differences in the peled reproductive capacity and size characteristics across the years of observation, a t-test was used. The normality of the distribution was assessed using the Shapiro-Wilk test. Pearson correlation coefficients (r) were detected to assess the relationship between IAF, IRF, and GSI of peled with age and size characteristics. Regression equations were calculated to analyze the relationship between IAF and environmental temperature. The statistical significance of differences and relationships was assessed at $\alpha=0.05$. All calculations were performed using Past software (Hammer et al., 2001).

3. Results and discussion

Ten-year-old fish are currently known among peled spawners that migrate upstream to the middle part of the Ob River to spawn, with the bulk of catches (approximately 70%) comprising fish aged 4+ to 5+ (Tsapenkov et al., 2023). Our samples included females aged 2+ to 7+, which may be due to the selectivity of the net fishing gear used for this study. However, fish aged 4+ to 5+ also predominated, comprising 60.0–69.4% of the sample (Fig. 2).

The size characteristics of female peled of different ages differed little in 2019 and 2020, while the Clark indexes were generally statistically significantly (t-test: $t=5.28$, $p<0.001$) higher in 2020 (Table 1).

According to our data, IAF of peled varied from 11.3 to 58.0 thousand eggs (in 2019 it averaged 24.4, and in 2020–31.4 thousand). IRF ranged from 36 to 103 eggs per gram of body weight (in 2019 it averaged 68, and in 2020–84). GSI ranged from 14.7 to 35.1 (in 2019 it averaged 22.2, and in 2020–24.6) (Table 2).

Table 1. Size characteristics of female peled in the middle part of the Ob River.

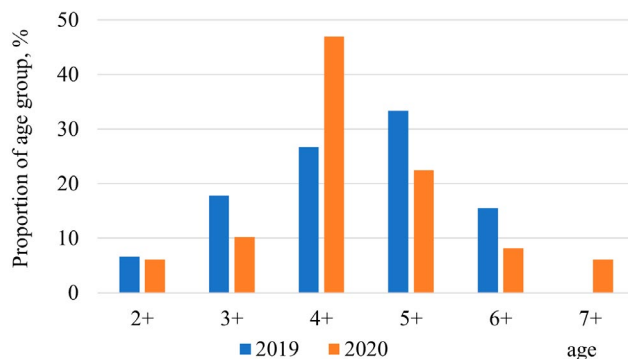
Age	2019			2020		
	Standard length, cm	Total weight, g	Clark indexes, %	Standard length, cm	Total weight, g	Clark indexes, %
2+	29.5 ± 0.9 27.7–30.4	337 ± 12.9 311–353	1.04 ± 0.07 0.97–1.18	28.2 ± 0.9 26.8–29.8	305 ± 28.0 253–349	1.07 ± 0.02 1.04–1.10
3+	30.4 ± 0.3 29.3–31.4	374 ± 3.3 355–386	1.05 ± 0.03 0.95–1.20	29.8 ± 0.9 27.5–32.4	391 ± 40.5 292–498	1.15 ± 0.04 1.06–1.24
4+	31.5 ± 0.5 29.4–35.8	415 ± 9.4 339–484	1.06 ± 0.03 0.83–1.20	30.9 ± 0.3 27.9–34.8	455 ± 16.0 331–648	1.21 ± 0.02 1.02–1.36
5+	32.2 ± 0.2 30.7–33.8	469 ± 8.3 402–514	1.12 ± 0.02 0.93–1.26	32.1 ± 0.4 30.1–34.4	503 ± 13.1 437–552	1.21 ± 0.03 1.01–1.40
6+	34.2 ± 0.4 32.4–35.6	581 ± 11.6 543–612	1.27 ± 0.13 1.06–2.04	33.4 ± 0.5 32.3–34.5	549 ± 25.2 504–621	1.16 ± 0.04 1.08–1.25
7+	–	–	–	35.6 ± 0.6 34.5–36.5	720 ± 9.7 709–739	1.26 ± 0.05 1.20–1.37

In 2020, all analyzed peled reproductive capacity indicators were statistically significantly ($p < 0.001$) higher than in 2019 (t-test: IAF $t = 4.31$; IRF $t = 6.57$; and GSI $t = 3.81$).

Overall, according to our data, IAF of peled statistically significantly ($p < 0.001$) increases with standard length ($r = 0.63$), total weight ($r = 0.83$), body weight ($r = 0.78$), age ($r = 0.63$), Fulton indexes ($r = 0.50$), and Clark indexes ($r = 0.44$) (Fig. 3).

IRF and GSI correlate with the total weight ($r = 0.24$, $p = 0.021$ and $r = 0.21$, $p = 0.043$, respectively) and with Fulton indexes ($r = 0.37$, $p < 0.001$ and $r = 0.39$, $p < 0.001$, respectively). At the same time, IAF is interconnected with IRF and GSI ($r = 0.71$, $p < 0.001$ and $r = 0.55$, $p < 0.001$). The dependence of IAF on the total weight of female peled from the middle part of the Ob River is expressed by the following regression equation: $y = 0.0959x - 6.8404$ ($R^2 = 0.69$). A slightly higher angular coefficient of the equation is noteworthy compared to that for peled in the Taz River (Tunev, 2016), which may indicate a closer relationship between

fecundity and weight of fish in the middle part of the Ob River. The body weight of female peled, both total and without entrails, depends on age ($r = 0.81$ and $r = 0.80$, respectively, in both cases $p < 0.001$) (Fig. 4).

**Fig.2.** Age composition of female peled in the middle part of the Ob River.**Table 2.** Reproductive capacity indicators of peled in the middle part of the Ob River.

Age	2019			2020		
	IAF, thousand eggs	IRF, eggs/g	GSI, %	IAF, thousand eggs	IRF, eggs/g	GSI, %
2+	17.6 ± 3.3 12.7–24.0	66 ± 11 51–88	22.7 ± 2.6 17.5–26.0	19.4 ± 3.0 14.8–25.0	79 ± 6 72–91	21.5 ± 1.2 19.5–23.6
3+	19.0 ± 1.0 15.6–24.8	64 ± 3 56–81	21.6 ± 0.5 19.6–23.4	26.2 ± 3.1 14.8–31.7	84 ± 6 65–97	25.0 ± 2.1 18.3–29.8
4+	21.5 ± 1.4 11.3–26.4	65 ± 3 36–80	20.9 ± 0.8 16.4–26.2	30.0 ± 1.4 19.1–44.7	84 ± 3 64–108	24.7 ± 0.6 20.4–30.3
5+	26.2 ± 1.3 15.3–33.8	70 ± 2 45–88	22.3 ± 1.1 14.7–30.6	33.4 ± 1.6 22.7–41.9	84 ± 4 66–105	24.5 ± 0.7 21.1–28.3
6+	34.8 ± 1.6 27.2–39.1	76 ± 5 56–88	24.7 ± 1.8 16.4–31.3	35.5 ± 2.6 29.5–40.5	82 ± 5 74–95	24.9 ± 1.9 21.6–29.7
7+	–	–	–	49.8 ± 4.8 41.3–58.0	88 ± 9 71–103	26.7 ± 4.2 22.1–35.1

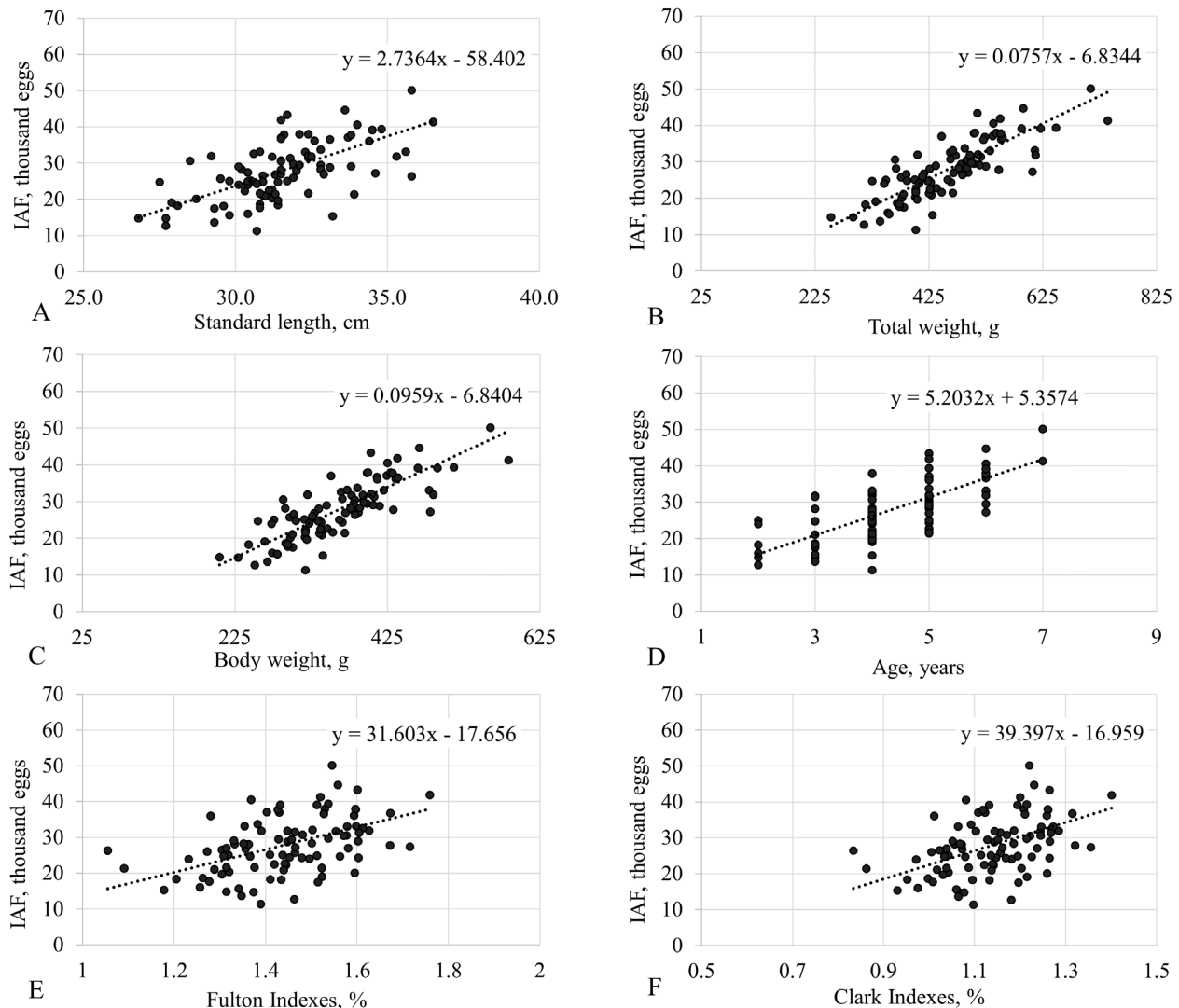


Fig.3. The dependence of individual absolute fecundity of the peled in the middle part of the Ob River on the standard length (A), total weight (B), body weight (C), age (D), Fulton indexes (E), and Clark indexes (F).

A comparison of our data on peled fecundity and information from the mid-20th century (Iogansen and Petkevich, 1958) demonstrated that currently the average IAF of older age groups (5+ and older) has decreased by 41–47%. However, even in the mid-20th century, there were years when IAF was relatively low (Fig. 5).

An analysis of the relationship between IAF of peled ascending for reproduction to the middle part of the Ob River and the environmental temperature in

the lower part of the Ob River, where fish was feeding before the start of the spawning migration, reveals a negative effect of high temperature on fecundity. The average IAF of the most numerous age groups in years when the environmental temperature in July exceeded the long-term average (for the period 1950 and 2025) was 43–52% lower than in years when the environmental temperature was below the long-term average (Table 3).

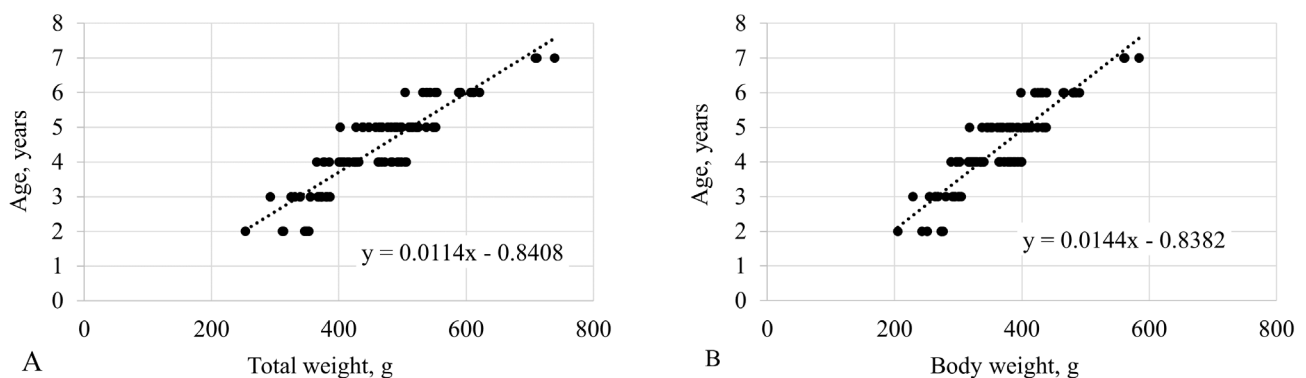


Fig.4. Dependence of total weight (A) and body weight (B) of female peled in the middle part of the Ob River on age.

Table 3. Individual absolute fecundity of peled in the middle part of the Ob River in different years.

Year	Data source	IAF at age, thousand eggs			Average temperature in June, °C	Average temperature in July, °C
		4+	5+	6+		
2019	Our data	21.47	26.20	34.79	8.1	16.9
2020	Our data	30.03	33.37	35.54	9.9	15.5
1947	Iogansen and Petkevich (1958)	46.39	65.66	91.37	8.0	11.0
1952	Iogansen and Petkevich (1958)	29.24	35.05	64.36	7.6	15.2
1953	Iogansen and Petkevich (1958)	30.10	–	41.74	10.8	16.3

The dependence of IAF of the peled in the middle part of the Ob River on the environmental temperature in July in the lower part of the Ob River can be described by the following equations: $y = -0.25x + 22.72$ ($R^2 = 0.93$) for five-year-olds; $y = -0.15x + 20.46$ ($R^2 = 0.99$) for six-year-olds; and $y = -0.09x + 19.72$ ($R^2 = 0.86$) for seven-year-olds fish. Taking into account that the environmental temperature in summer tends to increase (Fig. 6), a decrease in the reproductive performance of female peled in the spawning stock that migrates to the middle part of the Ob River for reproduction can be expected.

4. Conclusions

Peled that are spawning in the middle part of the Ob River begin to reach sexual maturity at three years old. However, most of the spawning stock consists of five- to six-year-old fish, which together account for up to 70% of the spawners. The reproductive capacity of peled in the middle part of the Ob River is highly variable. Individual absolute fecundity ranges from 11.3 to 58.0 thousand eggs, increasing with standard length, total weight, body weight, age, and Fulton and Clark indexes. Individual relative fecundity and gonadosomatic index correlate with total weight and Fulton indexes. The reproductive capacity of peled varies significantly from year to year. Overall, the individual absolute fecundity of this species in age groups 5+ and older has currently decreased by 41–47% compared to the mid-20th century. There is a relationship observed between the reproductive capacity of peled migrating to the middle part of the Ob River for spawning and the environmental temperature in the lower part of the Ob River, where fish were feeding before the spawning migration begins: relatively high July temperatures are associated with lower individual absolute fecundity for the most numerous age groups of peled. Thus, global warming may have a negative impact on the reproductive capacity of peled in the Ob River basin.

Acknowledgements

This work was supported by the Russian Science Foundation (Grant No. 24-26-00101, <https://rscf.ru/project/24-26-00101/>).

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest.

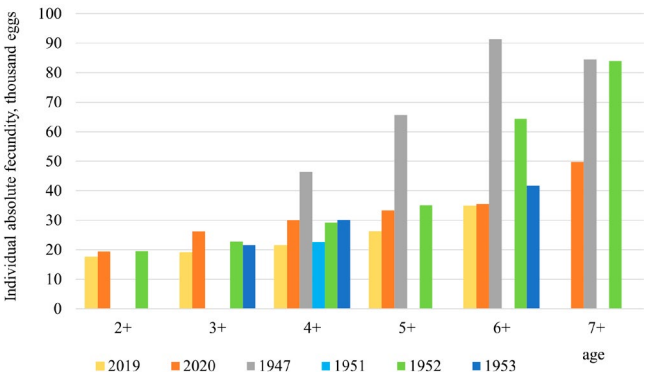


Fig.5. Individual absolute fecundity of peled in the middle part of the Ob River at different observation periods.

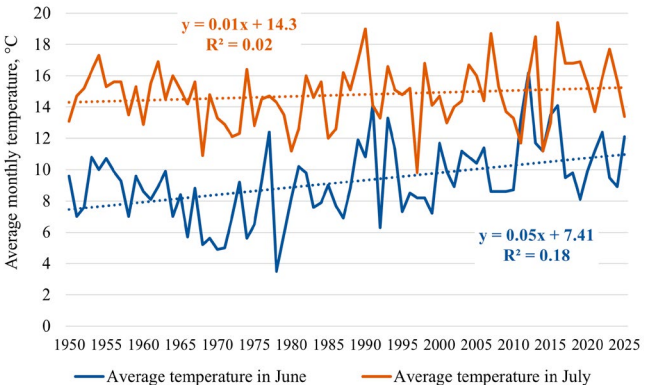


Fig.6. Long-term dynamics of average air temperature in June and July in Salekhard (according to the reference and information portal “Weather and climate”).

References

Babkin A.M., Babkina I.B., Interesova E.A. 2018. Size-age composition and catches of peled *Coregonus peled* of the Middle Ob (within the Tomsk region). *Vestnik rybnokhozyaistvennoi nauki* [Bulletin of Fishery Science] 1(17): 55–63. (in Russian)

Bogdanov V.D., Agafonov L.I. 2001. The influence of hydrological conditions of the Lower Ob floodplain on the reproduction of whitefish. *Ekologiya* [Ecology] 1: 50–56. (in Russian)

Bogdanov V.D., Kshnyasev I.A., Melnichenko I.P. et al. 2024. Generation Abundance Dynamics of Peled at the Lower Reaches of the Ob’ River in 1981. *Russian Journal of Ecology* 1: 42–51. DOI: [10.1134/S1067413624010028](https://doi.org/10.1134/S1067413624010028)

- Egorov E.V., Abramov A.L., Vizer L.S. et al. 2020. Problems and prospects for the development of whitefish farming in the Novosibirsk region. *Vestnik rybokhozyaistvennoi nauki* [Bulletin of Fishery Science] 4(28): 56–68. (in Russian)
- Froese R., Pauly D. Eds. FishBase. 2025. World Wide Web electronic publication. URL: <https://www.fishbase.org/summary/Coregonus-peled.html> (accessed: 01.09.2025).
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Paul D.R. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 9. URL: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Interesova E.A., Sirotin V.V., Khakimov R.M. 2014. Experience in peled rearing in a mainland lake in the southern taiga zone of Western Siberia. *Fisheries* 1: 77–78. (in Russian)
- Iogansen B.G., Petkevich A.N. 1958. Fecundity of commercial fish in Western Siberia., Novosibirsk: Publishing house of the Barabinsk branch of VNIORKh. (in Russian)
- Kirpotin S.N., Callaghan T.V., Peregon A.M. et al. 2021. Effects of environmental change on biodiversity and vegetation dynamics in Siberia. *Ambio* 50: 1926–1952. DOI: [10.1007/s13280-021-01570-6](https://doi.org/10.1007/s13280-021-01570-6)
- Krokhalevsky V.R. 1980. Patterns of changes in the fecundity of peled in the Ob River. In: Collection of works of GosNIORKh 160, pp. 23. (in Russian)
- Krokhalevsky V.R. 1981. Population dynamics and biological justification for rational harvesting of peled in the Ob River: Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation, Leningrad, Russia. (in Russian)
- Krokhalevsky V.R., Tunev V.E. 2014. Retrospective analysis of the fishery and stock dynamics of peled in the Tazovskaya Bay basin. *Vestnik rybokhozyaistvennoi nauki* [Bulletin of Fishery Science] 4(4): 20–34. (in Russian)
- Matkovsky A.K. 2019. Causes of the decline in stocks of semi-anadromous whitefishes in the Ob-Irtysh basin. *Vestnik rybokhozyaistvennoi nauki* [Bulletin of Fishery Science] 1: 27–48. (in Russian)
- Matkovskii A.K., Krasnoperova T.A. 2022. Growth of Muksun *Coregonus muksun* in Different Water Conditions in the Ob River (Russia) *Inland Water Biology* 3: 293–304. DOI: [10.1134/S1995082922030129](https://doi.org/10.1134/S1995082922030129)
- Matkovsky A.K., Krokhalevsky V.R. 2010. Study of the regularity of changes in the abundance of peled (*Coregonus peled*) in the Ob River basin. *Voprosy rybstva* 2(42): 280–299. (in Russian)
- Moskalenko B.K. 1956. The influence of long-term fluctuations in the Ob River water level on the growth, fecundity, and reproduction of some fish. *Zoologicheskii zhurnal* [Zoological Journal] 5: 219–276. (in Russian)
- Mukhachev I.S. 2008. Problems of procurement of whitefish roe for commercial fish farming: the Ob River or managed lake-pond broodstocks. In: Proc. int. conf. “Current state of aquatic bioresources”, Novosibirsk, pp. 428–431. (in Russian)
- Petlina A.P. 1987. Determination of fecundity and maturity stages of fish: textbook. Tomsk: TSU Publishing House. (in Russian)
- Popov P.A. 2007. Fishes of Siberia. Novosibirsk: Publishing house of Novosibirsk State University.
- Pravdin I.F. 1966. Guide to the Study of Fishes. Moscow: Food Industry Publishing House. (in Russian)
- Reference and information portal “Weather and climate”. 2025. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/23330.htm> (accessed: 01.09.2025)
- Reshetnikov Yu.S., Mukhachev I.S., Bolotova I.S. et al. 1989. Peled *Coregonus peled* (Gmelin, 1788): Taxonomy, Morphology, Ecology, and Productivity. Moscow: Nauka. (in Russian)
- Tsapenkov A.V., Zaitsev V.F., Interesova E.A. 2023. Stock status and fishery of the peled *Coregonus peled* of the Middle Ob within the boundaries of Tomsk Oblast. *Fish Farming and Fisheries* 11(214): 724–731. DOI: [10.33920/sel-09-2311-02](https://doi.org/10.33920/sel-09-2311-02) (in Russian)
- Tunev V.E. 2015. Ecological features, population dynamics, and fishery of the peled *Coregonus peled* (Gmelin) of the Taz basin: Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation, Tomsk, Russia. (in Russian)
- Tunev V.E. 2016. Sexual maturation, fecundity, and reproduction of the peled of the Taz River. *Vestnik rybokhozyaistvennoi nauki* [Bulletin of Fishery Science] 1(9): 42–52. (in Russian)
- Zlokazov V.N., Rudov V.A., Shumilova E.S. 1983. Biological foundations, results, and prospects for the development of whitefish roe collection bases in the middle reaches of the Ob River. In: Biological foundations of fisheries in Western Siberia, Novosibirsk, pp. 22–24. (in Russian)

Изменчивость плодовитости пеляди *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) Средней Оби (Западная Сибирь) и влияние на нее температуры окружающей среды

Мишакин А.В.¹, Хакимов Р.М.², Завгородняя О.А.³, Интересова Е.А.^{3,4*}

¹ Ханты-Мансийский отдел Тюменского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», ул. Гагарина, 190в, Ханты-Мансийск, 628012, Россия

² ООО НПО «Томск-Экология», ул. Светлая, 12, д. Кудринский участок, 634515, Россия

³ Национальный исследовательский Томский государственный университет, пр. Ленина, 36, Томск, 634050, Россия

⁴ Новосибирский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО»), ул. Писарева, 1, Новосибирск, 630091, Россия

АННОТАЦИЯ. Пелядь *Coregonus peled* – широко распространенный представитель сем. Coregonidae в Северной Евразии, численность которого до сих пор относительно высока на всех участках бассейна Оби. Вид отличается экологической пластичностью, его плодовитость варьирует в очень широких пределах, различаясь как в разных водных объектах, так и в одном и том же в разные периоды наблюдений. Известно, что на воспроизводительную способность данного вида оказывает влияние гидрологический режим – в многоводные годы она выше. Целью данной работы был анализ плодовитости пеляди, поднимающейся для естественного воспроизводства в пределы Средней Оби, и поиск связи ее колебаний с температурой среды. Выявлено, что половая зрелость среднеобского стада пеляди начинает наступать в трехлетнем возрасте, однако его основу составляют пяти–шестилетние экземпляры, суммарно составляющие до 70 % производителей. Показатели воспроизводительной способности вида весьма изменчивы. Индивидуальная абсолютная плодовитость составляет от 11,3 до 58,0 тыс. икринок, увеличиваясь с возрастом, промысловой длиной, общей массой, массой тела без внутренностей, упитанностью по Фультону и по Кларку. Индивидуальная относительная плодовитость колеблется от 36 до 103 икринок на грамм массы тела и коррелирует с общей массой рыб и упитанностью по Фультону. При этом показатели воспроизводительной способности пеляди существенно различаются в разные годы. В целом в настоящее время индивидуальная абсолютная плодовитость данного вида в возрастных группах 5+ и старше по сравнению с серединой XX века снизилась на 41–47 %. Отмечена связь воспроизводительной способности пеляди, поднимающейся на нерест в Среднюю Обь, с температурой среды в Нижней Оби, где происходит нагул производителей перед началом нерестовой миграции – относительно высокие температуры июля ассоциированы с более низкими показателями ИАП наиболее многочисленных возрастных групп. Таким образом, потепление климата может отрицательно сказаться на воспроизводительной способности пеляди в бассейне Оби.

Ключевые слова: пелядь, *Coregonus peled*, плодовитость, изменения климата, Обь, Западная Сибирь

Для цитирования: Мишакин А.В., Хакимов Р.М., Завгородняя О.А., Интересова Е.А. Изменчивость плодовитости пеляди *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) Средней Оби (Западная Сибирь) и влияние на нее температуры окружающей среды // Limnology and Freshwater Biology. 2026. - № 1. - С. 34-45. DOI: 10.31951/2658-3518-2026-A-1-34

1. Введение

Пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1788) – широко распространенный представитель сем. Coregonidae в Северной Евразии (Решетников и др., 1989; Froese and Pauly, 2025). Это один из немногих сиговых видов рыб, численность которого до сих пор относительно высока на всех участках бассейна Оби (Матковский и Крохалевский, 2010; Крохалевский и Тунёв, 2014; Тунев, 2015; Бабкин и др., 2018;

Цапенков и др., 2023). Пелядь служит объектом промысла, в том числе для целей аквакультуры – молодь вида, получаемую от диких производителей, широко используют для пастбищного рыбодоводства в Западной Сибири (Злоказов и др., 1983; Мухачев, 2008; Интересова и др., 2014; Егоров и др., 2020).

У пеляди, обитающей в Оби, сложный жизненный цикл. После зимовки в Обской губе, она поднимается в пределы Нижней Оби, где нагуливает

*Автор для переписки. Адрес e-mail: interesovaea@yandex.ru (Е.А. Интересова)

Поступила: 09 октября 2025;

Принята после доработки: 28 января 2026;

Опубликована online: 19 февраля 2026

© Автор(ы) 2026. Эта работа распространяется под международной лицензией Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0.



ется на мелководных прогреваемых участках поймы (сорах). Осенью половозрелые особи совершают миграцию на нерестилища в уральские притоки Оби (Северную Сосьву, Войкар, Щучью) и в ее среднее течение. После нереста пелядь вновь скатывается в Нижнюю Обь (Попов, 2007).

Пелядь отличается экологической пластичностью (Крохалевский, 1981; Решетников и др., 1989; Матковский и Крохалевский, 2010). Это относится и к плодовитости, варьирующей в очень широких пределах: минимальное значение абсолютной индивидуальной плодовитости вида в естественных водоемах меньше максимального более чем в 51 раз (Решетников и др., 1989). Более того, этот показатель сильно различается не только в разных водных объектах, но и год от года на одном и том же участке бассейна (Иоганзен и Петкевич, 1958; Крохалевский, 1980; Тунев, 2016). Известно, что на воспроизводительную способность пеляди оказывает влияние гидрологический режим – в многоводные годы она выше (Москаленко, 1956; Крохалевский, 1980; Богданов и Агафонов, 2001; Тунев, 2016; Богданов и др., 2024). Вместе с тем, высказаны предположения о влиянии на состояние естественного воспроизводства сиговых видов рыб происходящего изменения климата (Матковский, 2019; Kirpotin et al., 2021; Матковский и Красноперова, 2024), поскольку излишний прогрев воды и снижение концентрации кислорода в летнее время могут ухудшать условия нагула производителей в пойменной системе Нижней Оби в период трофоплазматического роста ооцитов. Целью данной работы был анализ плодовитости пеляди, поднимающейся для естественного воспроизводства в пределы Средней Оби, и поиск связи ее колебаний с температурой среды.

2. Материалы и методы исследования

Материалом для исследования послужили данные, собранные во время отлова производителей пеляди для целей воспроизводства во время ее нерестовой миграции на р. Оби в Александровском районе Томской области (Рис. 1) в сентябре 2019 и 2020 гг.

Лов рыб проводили плавными сетями длиной 100 м с размером ячеи 40–50 мм. Навеску икры массой 2,5–3,0 г брали у разновозрастных самок на IV стадии зрелости, пробы фиксировали 2%-ным раствором формалина. Измеряли промысловую длину рыб, проводили взвешивание рыб и гонад, собирали чешую для определения возраста. Обработка проб и определение возраста проведены в лабораторных условиях одним оператором. Общее количество проб составило в 2019 г. 45, а в 2020 г. – 49 экз. Согласно общепринятым методикам (Правдин, 1966; Петлина, 1987), оценивали индивидуальную абсолютную (ИАП) и относительную (ИОП) плодовитости, а также гонадосоматический индекс (ГСИ) как отношение массы гонад к массе тела рыбы без внутренностей, выраженное в процентах. Для оценки влияния температуры среды в местах нагула производителей в Нижней Оби перед началом нерестовой миграции на плодовитость пеляди, поднимающейся

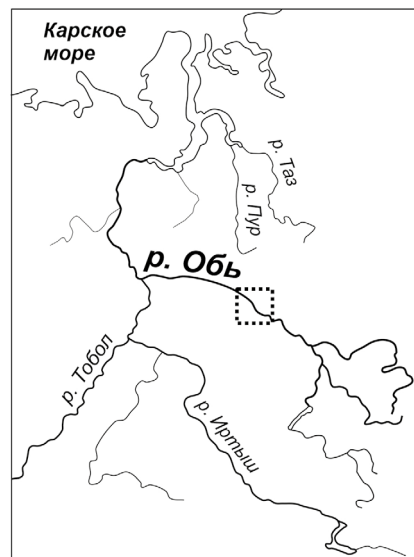


Рис.1. Район сбора материала (обозначен пунктирной линией).

для воспроизводства на нерестилища в пределы Средней Оби, использовали данные о температуре воздуха в районе г. Салехард из открытых источников (Справочно-информационный портал..., 2025). Температура воздуха выбрана для анализа как показатель, более точно отражающий температуру среды в мелководных сорах (местах нагула производителей пеляди), чем температура воды по данным гидропостов Росгидромет, поскольку последнюю измеряют в русле реки, на течении.

Для выявления различий показателей воспроизводительной способности пеляди в годы наблюдений и ее размерных характеристик применяли *t*-критерий (*t*-test). Нормальность распределения при этом оценивали с использованием критерия Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk *W*). Для оценки связи ИАП, ИОП и ГСИ пеляди с возрастом и размерными характеристиками, были определены коэффициенты корреляции Пирсона (*r*). Для анализа связи ИАП и температуры среды рассчитаны регрессионные уравнения. Статистическую значимость различий и взаимосвязей оценивали на уровне $\alpha = 0,05$. Все расчеты проведены с использованием Пакета программ Past (Hammer et al., 2001).

3. Результаты и обсуждение

В составе поднимающихся на нерест в Среднюю Обь производителей пеляди в настоящее время известны десятилетние экземпляры, при этом основу уловов (около 70 %) составляют рыбы в возрасте 4+–5+ (Цапенков и др., 2023). В наших сборах отмечены самки в возрасте 2+–7+, что может быть связано с селективностью использованных для целей данной работы сетными орудиями лова, но преобладают также рыбы в возрасте 4+–5+, составляющие 60,0–69,4 % выборки (Рис. 2).

Размерные характеристики разновозрастных самок пеляди мало отличались в 2019 и 2020 гг., при этом упитанность по Кларк в целом была статистически значимо (*t*-test: $t = 5,28$, $p < 0,001$) выше в 2020 г. (Таблица 1).

Таблица 1. Размерные характеристики самок пеляди в Средней Оби.

Возраст, лет	2019 г			2020 г		
	Промысловая длина, см	Масса, г	Упитанность по Кларк	Промысловая длина, см	Масса, г	Упитанность по Кларк
2+	$29,5 \pm 0,9$ 27,7–30,4	$337 \pm 12,9$ 311–353	$1,04 \pm 0,07$ 0,97–1,18	$28,2 \pm 0,9$ 26,8–29,8	$305 \pm 28,0$ 253–349	$1,07 \pm 0,02$ 1,04–1,10
3+	$30,4 \pm 0,3$ 29,3–31,4	$374 \pm 3,3$ 355–386	$1,05 \pm 0,03$ 0,95–1,20	$29,8 \pm 0,9$ 27,5–32,4	$391 \pm 40,5$ 292–498	$1,15 \pm 0,04$ 1,06–1,24
4+	$31,5 \pm 0,5$ 29,4–35,8	$415 \pm 9,4$ 339–484	$1,06 \pm 0,03$ 0,83–1,20	$30,9 \pm 0,3$ 27,9–34,8	$455 \pm 16,0$ 331–648	$1,21 \pm 0,02$ 1,02–1,36
5+	$32,2 \pm 0,2$ 30,7–33,8	$469 \pm 8,3$ 402–514	$1,12 \pm 0,02$ 0,93–1,26	$32,1 \pm 0,4$ 30,1–34,4	$503 \pm 13,1$ 437–552	$1,21 \pm 0,03$ 1,01–1,40
6+	$34,2 \pm 0,4$ 32,4–35,6	$581 \pm 11,6$ 543–612	$1,27 \pm 0,13$ 1,06–2,04	$33,4 \pm 0,5$ 32,3–34,5	$549 \pm 25,2$ 504–621	$1,16 \pm 0,04$ 1,08–1,25
7+	–	–	–	$35,6 \pm 0,6$ 34,5–36,5	$720 \pm 9,7$ 709–739	$1,26 \pm 0,05$ 1,20–1,37

ИАП пеляди по нашим данным варьировала от 11,3 до 58,0 тыс. икринок (в среднем в 2019 г. 24,4, а в 2020 г. – 31,4 тыс.). ИОП колебалась от 36 до 103 икринок на грамм массы тела (в среднем в 2019 г. 68, а в 2020 г. – 84). ГСИ составлял от 14,7 до 35,1 (в среднем в 2019 г. 22,2, а в 2020 г. – 24,6) (Таблица 2).

В 2020 г. все анализируемые показатели воспроизводительной способности пеляди были статистически значимо ($p < 0,001$) выше, чем в 2019 г. (t-test: ИАП $t = 4,31$; ИОП $t = 6,57$; ГСИ $t = 3,81$).

В целом по нашим данным ИАП пеляди статистически значимо ($p < 0,001$) увеличивается с промысловой длиной ($r = 0,63$), общей массой ($r = 0,83$), массой тела без внутренностей ($r = 0,78$), возрастом ($r = 0,63$), упитанностью по Фультону ($r = 0,50$) и по Кларк ($r = 0,44$) рыб (Рис. 3).

ИОП и ГСИ коррелирует с общей массой рыб ($r = 0,24$, $p = 0,021$; $r = 0,21$, $p = 0,043$ соответственно) и упитанностью по Фультону ($r = 0,37$, $p < 0,001$; $r = 0,39$, $p < 0,001$ соответственно). При этом показатели ИАП, ИОП и ГСИ связаны между собой ($r = 0,71$, $p < 0,001$; $r = 0,55$, $p < 0,001$). Зависимость ИАП от массы тела самок пеляди Средней Оби выра-

жается регрессионным уравнением $y = 0,10x - 6,84$ ($R^2 = 0,69$). Обращает на себя внимание несколько более высокий угловой коэффициент уравнения по сравнению с таковым для пеляди р. Таз (Тунев, 2016), что может свидетельствовать о более тесной связи плодовитости с массой тела у среднеобских производителей. Масса тела самок пеляди как общая, так и без внутренностей, зависит от возраста ($r = 0,81$ и $r = 0,80$ соответственно, в обоих случаях $p < 0,001$) (Рис. 4).

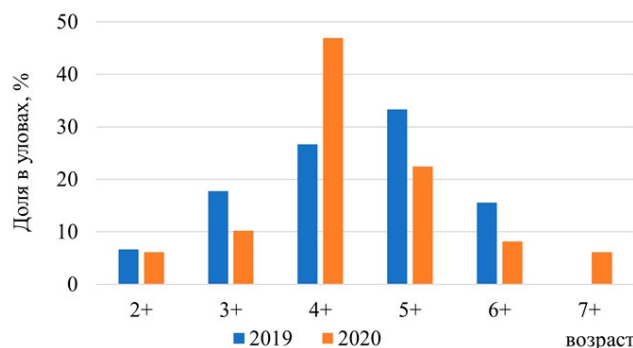


Рис. 2. Возрастной состав самок пеляди в Средней Оби.

Таблица 2. Показатели воспроизводительной способности пеляди Средней Оби.

Возраст, лет	2019 г			2020 г		
	ИАП, тыс. шт.	ИОП, шт./г	ГСИ, %	ИАП, тыс. шт.	ИОП, шт./г	ГСИ, %
2+	$17,6 \pm 3,3$ 12,7–24,0	66 ± 11 51–88	$22,7 \pm 2,6$ 17,5–26,0	$19,4 \pm 3,0$ 14,8–25,0	79 ± 6 72–91	$21,5 \pm 1,2$ 19,5–23,6
3+	$19,0 \pm 1,0$ 15,6–24,8	64 ± 3 56–81	$21,6 \pm 0,5$ 19,6–23,4	$26,2 \pm 3,1$ 14,8–31,7	84 ± 6 65–97	$25,0 \pm 2,1$ 18,3–29,8
4+	$21,5 \pm 1,4$ 11,3–26,4	65 ± 3 36–80	$20,9 \pm 0,8$ 16,4–26,2	$30,0 \pm 1,4$ 19,1–44,7	84 ± 3 64–108	$24,7 \pm 0,6$ 20,4–30,3
5+	$26,2 \pm 1,3$ 15,3–33,8	70 ± 2 45–88	$22,3 \pm 1,1$ 14,7–30,6	$33,4 \pm 1,6$ 22,7–41,9	84 ± 4 66–105	$24,5 \pm 0,7$ 21,1–28,3
6+	$34,8 \pm 1,6$ 27,2–39,1	76 ± 5 56–88	$24,7 \pm 1,8$ 16,4–31,3	$35,5 \pm 2,6$ 29,5–40,5	82 ± 5 74–95	$24,9 \pm 1,9$ 21,6–29,7
7+	–	–	–	$49,8 \pm 4,8$ 41,3–58,0	88 ± 9 71–103	$26,7 \pm 4,2$ 22,1–35,1

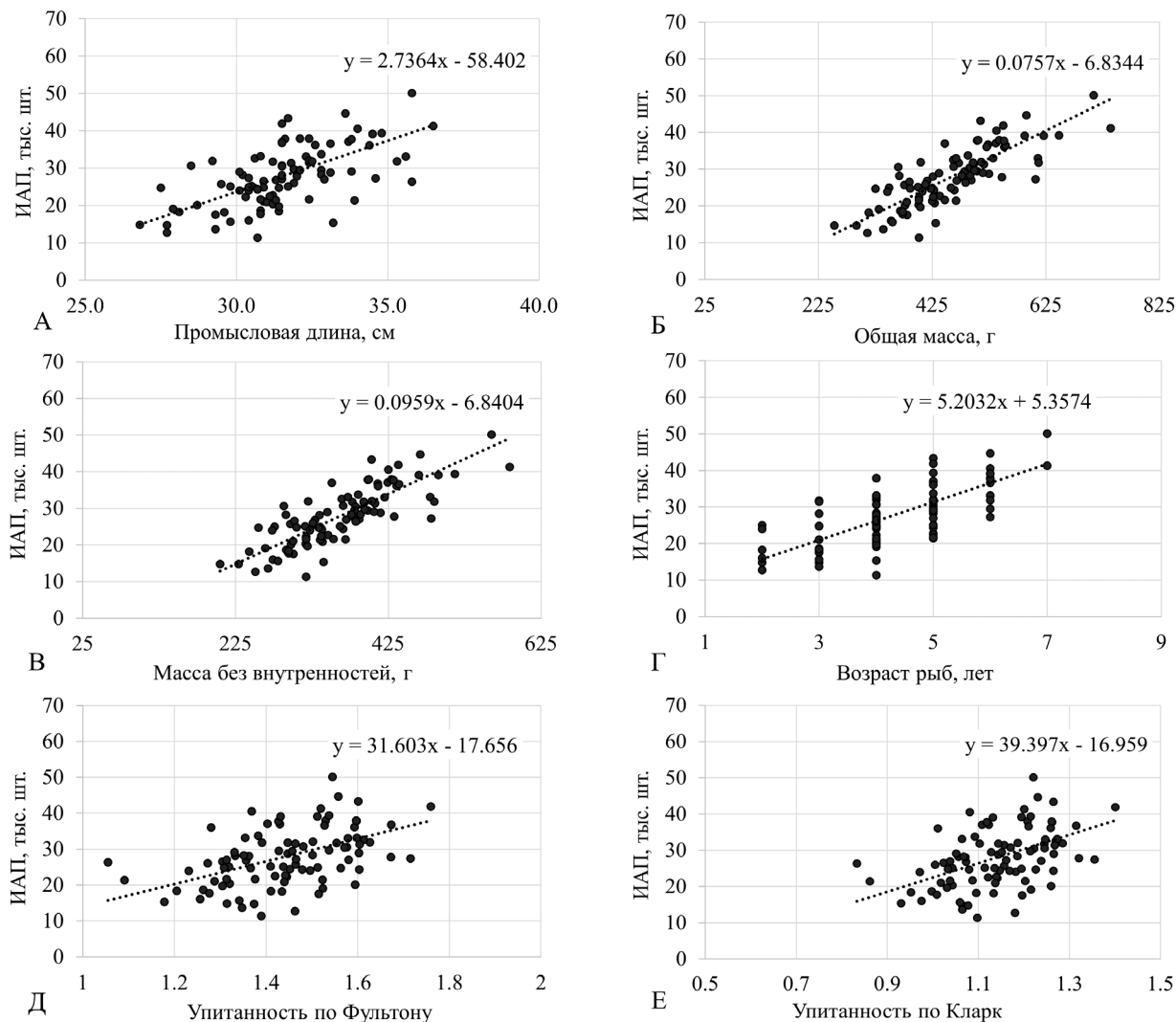


Рис.3. Зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости пеляди Средней Оби от промысловой длины (А), общей массы (Б), массы без внутренностей (В), возраста (Г), упитанности по Фультону (Д) и по Кларк (Е).

Сравнение наших данных по плодовитости пеляди и сведений середины XX века (Йоганзен и Петкевич, 1958) показало, что в старших возрастных группах, от 5+, в среднем ИАП вида в настоящее время снизилась на 41–47 %. Однако при этом и в середине прошлого века были годы, когда показатели ИАП были относительно низки (Рис. 5).

Анализ связи ИАП пеляди, поднимающейся для воспроизводства в Среднюю Обь, с температурой среды в Нижней Оби, где происходит нагул

производителей перед началом нерестовой миграции, обнаруживает отрицательное влияние высокой температуры на плодовитость. Средняя ИАП наиболее многочисленных возрастных групп нерестового стада пеляди в 1947 году, когда температура среды в июле, наиболее жарком месяце, была ниже среднемноголетних значений (14,6°C за период 1940–2025 гг.), на 43–52 % выше чем в годы, когда температура среды была выше среднемноголетней (Таблица 3).

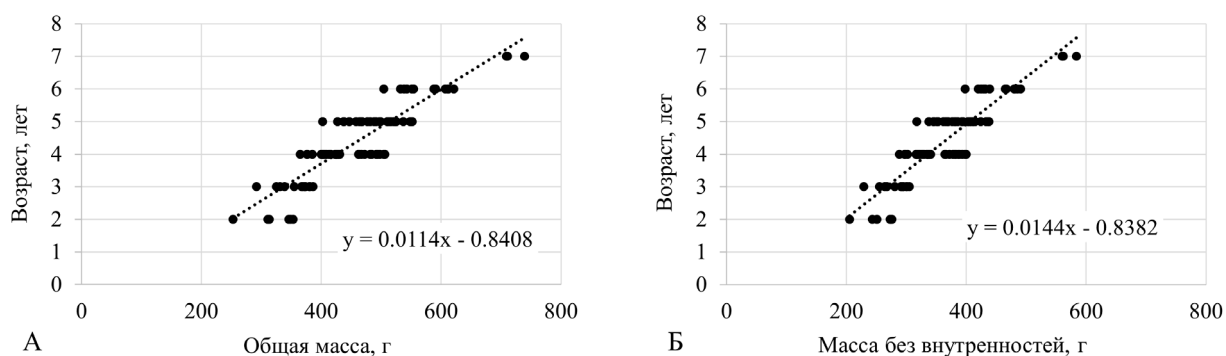


Рис.4. Зависимость общей массы (А) и массы тела без внутренностей (Б) самок пеляди в Средней Оби от возраста.

Таблица 3. Индивидуальная абсолютная плодовитость пеляди Средней Оби в разные годы.

Год	Источник данных	ИАП в возрасте, тыс. шт.			Средняя температура в июне, °С	Средняя температура в июле, °С
		4 +	5 +	6 +		
2019	Наши данные	21,47	26,20	34,79	8,1	16,9
2020	Наши данные	30,03	33,37	35,54	9,9	15,5
1947	Иоганзен и Петкевич (1958)	46,39	65,66	91,37	8,0	11,0
1952	Иоганзен и Петкевич (1958)	29,24	35,05	64,36	7,6	15,2
1953	Иоганзен и Петкевич (1958)	30,10	–	41,74	10,8	16,3

Зависимость ИАП пеляди Средней Оби от температуры среды в июле можно описать уравнением $y = -0,25x + 22,72$ ($R^2 = 0,93$) для пятилетних, $y = -0,15x + 20,46$ ($R^2 = 0,99$) для шестилетних, и $y = -0,09x + 19,72$ ($R^2 = 0,86$) для семилетних особей. Учитывая, что наблюдается устойчивое повышение температуры среды в летний период (Рис. 6), можно ожидать снижение репродуктивных показателей самок пеляди в нерестовом стаде, поднимающемся для воспроизводства в Среднюю Обь.

4. Заключение

Половая зрелость самок пеляди, поднимающейся на нерест в пределы Средней Оби, начинает наступать в трехлетнем возрасте, однако основу нерестового стада составляют пяти–шестилетние экземпляры, суммарно составляющие до 70 % производителей. Показатели воспроизводительной способности вида весьма изменчивы. ИАП увеличивается с возрастом, промысловой длиной, общей массой, массой тела без внутренностей, упитанностью по Фультону и по Кларк. ИОП и ГСИ коррелируют с общей массой рыб и упитанностью по Фультону. При этом показатели воспроизводительной способности пеляди существенно различаются в разные годы. В целом в настоящее время ИАП данного вида в возрастных группах 5+ и старше по сравнению с серединой XX века снизилось. Отмечена связь воспроизводительной способности пеляди, поднимающейся на нерест в Среднюю Обь, с температурой среды в Нижней Оби, где происходит нагул производителей перед началом нерестовой миграции – относительно высокие температуры июля ассоциированы с более низкими показателями ИАП наиболее многочисленных возрастных групп. Таким образом, потепление климата может отрицательно сказаться на воспроизводительной способности пеляди в бассейне Оби.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (РНФ) № 24-26-00101, <https://rscf.ru/project/24-26-00101/>.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

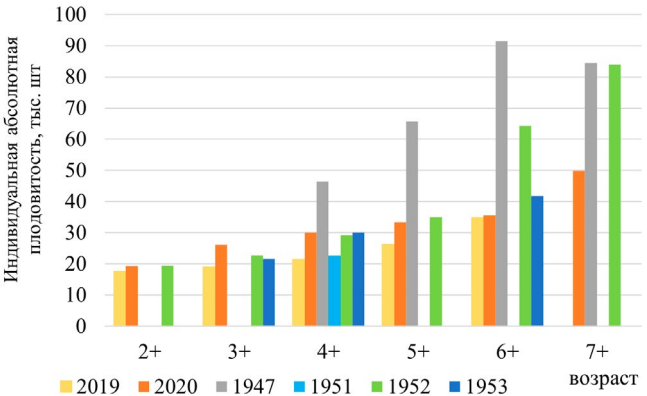


Рис.5. Индивидуальная абсолютная плодовитость пеляди в Средней Оби в разные годы.

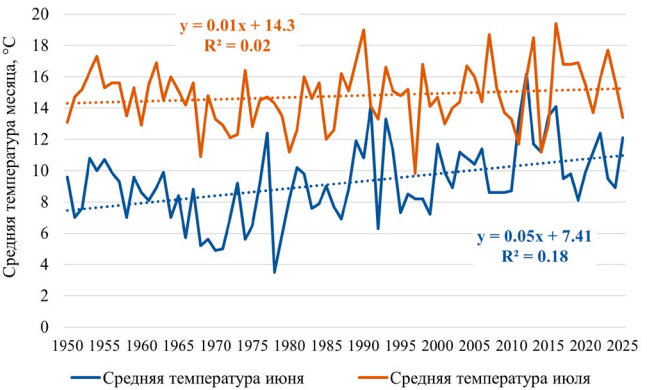


Рис.6. Многолетняя динамика средней температуры воздуха в июне и июле в г. Салехард (по данным Справочно-информационного портала «Погода и Климат»).

Список литературы

Бабкин А.М., Бабкина И.Б., Интересова Е.А. 2018. Размерно-возрастной состав и уловы пеляди *Coregonus peled* Средней Оби (в пределах Томской области). Вестник рыбохозяйственной науки 1(17): 55–63.

Богданов В.Д., Агафонов Л.И. 2001. Влияние гидрологических условий поймы Нижней Оби на воспроизводство сиговых рыб. Экология 1: 50–56.

Богданов В.Д., Кшнясев И.А., Мельниченко И.П. и др. 2024. Динамика численности генераций пеляди Нижней Оби в период 1981–2021 гг. Экология 1: 46–55. DOI: [10.31857/S0367059724010052](https://doi.org/10.31857/S0367059724010052)

- Егоров Е.В., Абрамов А.Л., Визер Л.С. и др. 2020. Проблемы и перспективы развития сиговодства в Новосибирской области. Вестник рыбохозяйственной науки 4(28): 56–68.
- Злоказов В.Н., Рудов В.А., Шумилова Е.С. 1983. Биологические основы, итоги и перспективы развития баз сбора икры сиговых в среднем течении р. Оби. В: Биологические основы рыбного хозяйства Западной Сибири. Новосибирск: Наука, С. 22–24.
- Интересова Е.А., Сиротин В.В., Хакимов Р.М. 2014. Опыт выращивания пеляди в материковом озере южно-таежной зоны Западной Сибири. Рыбное хозяйство 1: 77–78.
- Иоганзен Б.Г., Петкевич А.Н. 1958. Плодовитость промысловых рыб Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во Барабинского отделения ВНИОРХ.
- Крохалевский В.Р. 1980. Закономерности изменения плодовитости пеляди реки Оби. В: Сборник трудов ГосНИОРХ 160: 23.
- Крохалевский В.Р. 1981. Динамика численности и биологическое обоснование рационального промысла пеляди в р. Оби. Автореф. дис. канд. биол. наук, Ленинград, Россия.
- Крохалевский В.Р., Тунёв В.Е. 2014. Ретроспективный анализ промысла и динамики запасов пеляди в бассейне Тазовской губы. Вестник рыбохозяйственной науки 4(4): 20–34.
- Матковский А.К. 2019. Причины сокращения запасов полупроходных сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна. Вестник рыбохозяйственной науки 1: 27–48.
- Матковский А.К., Красноперова Т.А. 2024. Многолетние изменения в росте муксуна *Coregonus muksun* Р. Оби. Биология внутренних вод 6: 973–988. DOI: [10.31857/S0320965224060103](https://doi.org/10.31857/S0320965224060103)
- Матковский А.К., Крохалевский В.Р. 2010. Изучение закономерности изменений численности пеляди (*Coregonus peled*) бассейна реки Оби. Вопросы рыболовства 2(42): 280–299.
- Москаленко Б.К. 1956. Влияние многолетних колебаний уровня реки Оби на рост, плодовитость и размножение некоторых рыб. Зоологический журнал 5: 219–276.
- Мухачев И.С. 2008. Проблемы заготовки икры сиговых для товарного рыбоводства: река Обь или управляемые озерно-прудовые маточные стада. В: Мат. междунар. конф. «Современное состояние водных биоресурсов», Новосибирск, С. 428–431.
- Петлина А.П. 1987. Определение плодовитости и стадий зрелости рыб: учебное пособие. Томск: изд-во ТГУ.
- Попов П.А. 2007. Рыбы Сибири. Новосибирск: Издательство Новосибирского государственного университета.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Изд-во пищевая пр-сть.
- Решетников Ю.С., Мухачев И.С., Болотова И.С. и др. 1989. Пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1788): систематика, морфология, экология, продуктивность. Москва: Наука.
- Справочно-информационный портал «Погода и климат». 2025. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/23330.htm> (дата обращения: 01.09.2025)
- Тунев В.Е. 2015. Экологические особенности, динамика численности и промысел пеляди *Coregonus peled* (Gmelin) Тазовского бассейна. Автореф. дис. канд. биол. наук, Томск, Россия.
- Тунев В.Е. 2016. Половое созревание, плодовитость и воспроизводство пеляди реки Таз. Вестник рыбохозяйственной науки 1(9): 42–52.
- Цапенков А.В., Зайцев В.Ф., Интересова Е.А. 2023. Состояние запасов и промысел пеляди *Coregonus peled* Средней Оби в границах Томской области. Рыбоводство и рыбное хозяйство 11(214): 724–731. DOI: [10.33920/sel-09-2311-02](https://doi.org/10.33920/sel-09-2311-02)
- Froese R., Pauly D. Eds. FishBase. 2025. World Wide Web electronic publication. URL: <https://www.fishbase.org/summary/Coregonus-peled.html> (accessed: 01.09.2025).
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Paul D.R. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, 4: 9. URL: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Kirpotin S.N., Callaghan T.V., Peregon A.M. et al. 2021. Effects of environmental change on biodiversity and vegetation dynamics in Siberia. Ambio 50: 1926–1952. DOI: [10.1007/s13280-021-01570-6](https://doi.org/10.1007/s13280-021-01570-6)