

## ЛИНЕЙНЫЙ РОСТ ЩУКИ (*ESOX LUCIUS L.*) ОЗ. ВИШТЫНЕЦКОГО ПО ДАННЫМ ОБРАТНЫХ РАСЧИСЛЕНИЙ РОСТА



С.А. Скоробогатов, студент  
e-mail: [stepan13373@rambler.ru](mailto:stepan13373@rambler.ru)  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»

П.Н. Барановский, ст. преподаватель  
e-mail: [baranovskiy@klgtu.ru](mailto:baranovskiy@klgtu.ru)  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»

Данная статья посвящена анализу линейного роста щуки озера Виштынецкого. Была проведена ретроспективная оценка роста рыб на базе обратных расчислений роста по чешуе. Для обратных расчислений использован метод прямой пропорциональности Даль-Леа [1, 3]. Оценена общая изменчивость линейных показателей и её возрастная динамика. Анализ показал среднюю степень варьирования размеров щуки среди одновозрастных групп. С возрастом отмечена тенденция к увеличению разнокачественности особей по длине тела. Найдена регрессионная модель линейного роста щуки озера Виштынецкого описываемая степенной функцией с высокой степенью достоверности. Проведён анализ динамики абсолютных и относительных темпов роста. Обнаружено снижение темпов роста с возрастом. В среднем абсолютные темпы роста составляли 4,3 см/год, относительные 17,6% в год.

**Ключевые слова:** щука, озеро Виштынецкое, рост, темпы роста

### ВВЕДЕНИЕ

Обыкновенная щука (*Esox Lucius L.*) является типичным обитателем внутренних водных объектов Калининградской области. Однако численность её относительно других видов в рыбных сообществах невелика, что и обуславливает недостаточную изученность популяционных параметров данного вида в водоёмах региона. Исключением не стало и уникальное для Калининградской области оз. Виштынецкое, являющееся единственным олиготрофным водоёмом в регионе. Последние опубликованные сведения о биологических параметрах популяции щуки оз. Виштынецкого датируются 2007 г [2]. Одной из характеристик популяции, представляющей особый интерес, является рост. Изменения в темпах роста или других размерно-возрастных показателей является отражением адаптационных механизмов особей и популяции в целом к изменениям происходящим в окружающей среде. Данная работа позволяет актуализировать сведения о динамике размерно-возрастных показателей щуки оз. Виштынецкого.

### ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является популяция щуки (*Esox lucius L.*) в условиях олиготрофного оз. Виштынецкого.

### ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель данной работы заключается в анализе размерно-возрастных показателей популяции щуки оз. Виштынецкого. В задачи исследования входили:

- проведение ретроспективной оценки размерно-возрастных показателей по чешуе щуки;
- проведение анализа динамики размерно-возрастных показателей;
- проведение анализа динамики темпов роста;

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материал был собран на озере Виштынецком в ходе проведения ихтиологической съёмки в июне 2022 г. Обловы проводились в соответствии с методикой применяемой ФГБОУ ВО «КГТУ» [4, 5]. Съёмка осуществлялась на разных глубинах с использованием набора ставных донных сетей с шагом ячеи: 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 27; 30; 33; 35; 40; 45; 50; 55; 80 мм. Всего было поймано 70 экз. щуки, на полный биологический анализ взято 67 экз. В качестве регистрирующей структуры для определения возраста использовалась чешуя. Чешуя у всех рыб бралась с одного и того же места на латеральной стороне тела выше боковой линии, перед началом основания спинного плавника. Щука в уловах была представлена довольно широким размерным рядом от 23 до 80 см при относительно небольшом объёме выборки. В результате этого обловлены были не все возрастные группы щуки. С целью получения информации о размерах тела всех возрастных групп начиная с одного года был проведён ретроспективный анализ роста. Просмотр и измерение чешуи осуществлялись с помощью бинокулярного стереоскопического микроскопа МБС-10, с использованием окуляр-микрометра в проходящем свете. Измерялись радиусы годовых колец и радиус чешуи для каждого экземпляра от центра чешуи к её заднему краю.

Обратные расчисления роста щуки производились по методу прямой пропорциональности Даль-Леа [1, 3], для нахождения размеров рыбы на момент закладки годового кольца используется выражение:

$$L_t = S_t/S \times L,$$

где  $L_t$  – длина рыбы в возрасте  $t$ ;  $L$  – длина рыбы на момент поимки (непосредственно измеренная длина);  $S_t$  – радиус годового кольца, заложенного в возрасте  $t$ ;  $S$  – радиус чешуи.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В контрольных уловах 2022 г. встречалась щука в возрасте от 2 до 14 лет, наиболее многочисленными были особи в возрасте 3-7 лет – 86,4%. Максимальная зафиксированная промысловая длина щуки в уловах 2022 г. составила 87,0 см.

По результатам обратных расчислений роста были определены средние длины для каждого возрастного класса, размах вариации и доверительный интервал при принятой доверительной вероятности 95% (рис. 1). Расчисленные величины в крайних старшевозрастных группах обладают низкой достоверностью оценок. Так в возрастных группах 13-14 лет расчисленные длины получены лишь от одной 14-летней особи щуки характер роста которой не является типичным для исследуемой выборки. По всей видимости была поймана особь, обладающая более высокими темпами роста чем у основной массы щук. В возрастной группе 12 лет имелось всего два расчисленных значения промысловой длины, при этом отклонение генеральной средней оценено величиной  $\pm 97,7$  см (с доверительной вероятностью  $P=95\%$ ). При такой величине доверительного интервала генеральной средней теряет всякий смысл использования средней длины ввиду вероятности её нахождения в диапазоне значений превышающих диапазон размеров характерных в целом для щуки, как биологического вида. В связи с этим данные по оценкам средних длин для возрастных групп 12-14 лет следует считать нерепрезентативными и их следует исключить из дальнейшего анализа.

Размах вариации размеров тела среди одновозрастных особей колебался в пределах от 7,9 до 29,1 см. Прослеживается довольно чёткая тенденция к увеличению размаха вариации с

возрастом. Наименьший диапазон колебаний промысловой длины щуки зафиксирован в возрасте одного года – 7,9 см, далее в возрасте 2-4 года размах длин находился в пределах 139,-14,4 см, в возрастных группах 5 и более лет размах размерных показателей превышал 21 см.

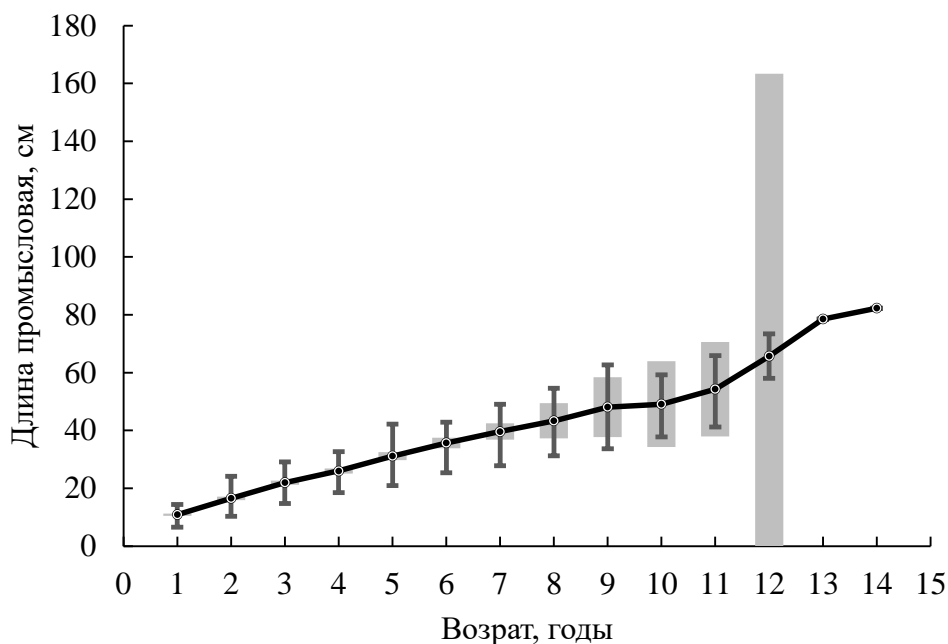


Рисунок 1 – Промысловая длина щуки в разных возрастных группах (точками показаны средние значения, сплошной линией – кривая роста, планками погрешности – размах вариации, серым блоками – доверительный интервал)

Относительный коэффициент вариации для отдельных возрастных групп колебался в пределах от 11,4% до 20,5%. В целом изменчивость одновозрастных щук по промысловой длине можно охарактеризовать как среднюю. Исключение составляет возрастная группа 9 лет в которой наблюдается значительная вариация промысловой длины – 20,5%. Возрастная динамика изменчивости размерных показателей характеризуется общей динамикой увеличения вариабельности промысловых длин с возрастом.

Возрастная динамика размерных показателей щуки хорошо аппроксимируется степенной моделью регрессии вида  $L = 10,546 \times t^{0,6769}$  где L – промысловая длина, t – возраст (рис. 2). Коэффициент достоверности аппроксимации роста щуки степенным уравнением составил  $R^2=0,998$ . В связи с этим полученную модель роста можно далее использовать для оценки темпов роста.

Абсолютные темпы линейного роста щуки с возрастом закономерно снижаются (рис. 3). Наибольшие годовые приросты наблюдаются в возрасте одного года и составляют 6,3 см/год см. Снижение абсолютных темпов роста происходит нелинейно. Для динамики темпов роста характерно замедление скорости снижения абсолютных приростов с возрастом. К возрасту 10 лет абсолютные темпы роста снижаются до 3,3 см/год. Очевидно, что снижение темпов линейного роста носит асимптотический характер и при достаточно большой продолжительности жизни темпы роста с возрастом будут стабилизироваться на низком уровне и практически не зависеть от возраста. В целом средние абсолютные темпы роста щуки в оз. Виштынецком оцениваются величиной 4,3 см/год.

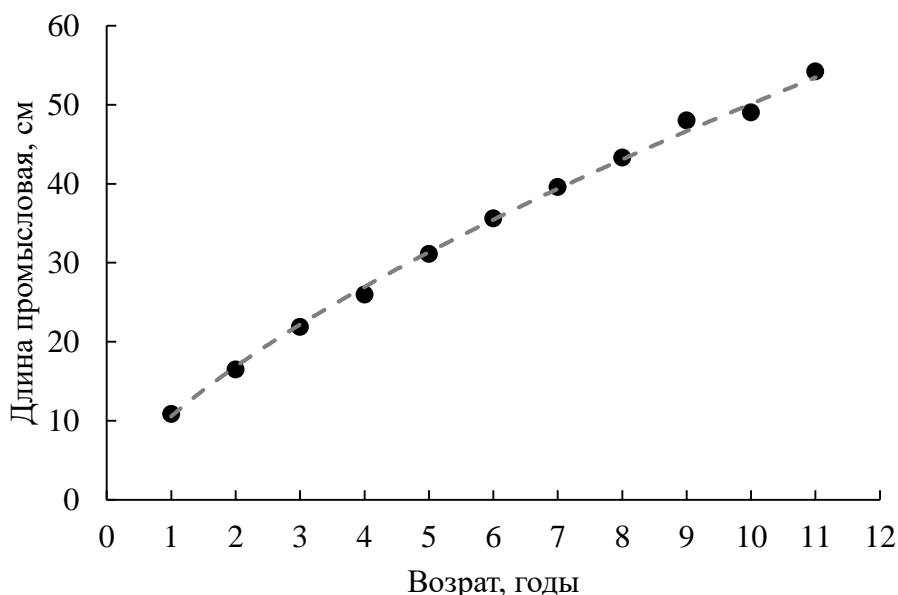


Рисунок 2 – Степенная регрессионная модель линейного роста щуки (точками показаны средние значения длин, прерывистой линией – регрессионная кривая)

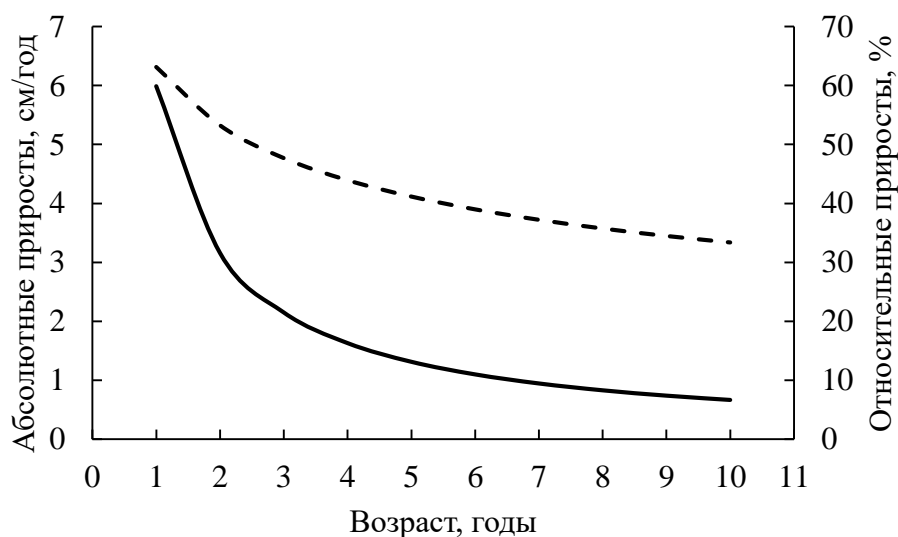


Рисунок 3 – Динамика темпов линейного роста щуки (прерывистой линией показаны – абсолютные приросты, сплошной – относительные приросты)

Относительные темпы линейного роста имеют возрастную динамику аналогичную динамике абсолютных темпов роста. Однако скорость замедления темпов относительных приростов заметно выше, чем у абсолютных величин. Максимальные темпы роста ожидаются на уровне 59,9%, к возрасту 10 лет относительные темпы роста снижаются до 6,7%. Средние темпы относительного роста оцениваются величиной 17,6% в год.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведения ретроспективного анализа роста щуки оз. Виштынецкого были рассчитаны величины длин рыб на момент закладки каждого годового кольца. Полученные показатели включают в себя информацию о росте в течении всей жизни рыбы. Так же обратное расчисление роста проводилось по особям, относящимся к разным поколениям. В связи с этим осреднённые ретроспективные оценки роста представляют собой средние многолетние значения по росту щуки, охватывающие период с 2008 по 2022 годы.

Рост щуки оз. Виштынецкого хорошо аппроксимируется степенным уравнением вида  $L=10,546 \times t^{0,6769}$ . Размерно-возрастные показатели в целом характеризуются средней изменчивостью, имеющей тенденцию к увеличению с возрастом.

Абсолютные и относительные темпы роста закономерно снижаются с возрастом. Наиболее интенсивные темпы линейного роста наблюдаются в возрасте одного года. Щука оз. Виштынецкого растёт в длину со средней скоростью 4,3 см/год, в относительном выражении 17,6% в год.

Полученные материалы могут быть использованы для создания размерно-возрастных ключей, используемых в построении возрастной структуры популяции, а также для применения в аналитических моделях динамики численности популяции.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кафанова, В. В. Методы определения возраста и роста рыб: учебное пособие/ В. В. Кафанова; ред. А. П. Петлина. – Томск: Томский государственный университет [ТГУ], 1984. – 56 с.
2. Тылик, К.В. Рыбы озера Виштынецкого/ К. В. Тылик, А. В. Соколов// Озеро Виштынецкое. – Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. – С. 72–84.
3. Чугунова, Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: метод. пособие по ихтиологии/ Н. И. Чугунова. – Москва: Изд-во Акад. наук СССР, 1959. – 164 с.
4. Шибает, С. В. Метод анализа ихтиоценозов малых водоёмов Калининградской области на основе контрольных обловов сетными орудиями лова/ С. В. Шибает, А. В. Соколов // Труды ВНИРО. – 2014. – №.151 – С. 158-164.
5. Shibaev, S. Using the Gill Nets Survey for Assessment of Fish Stock and Allowable Catch in the Vistytis Lake, Kaliningrad Oblast, Russia/ S. Shibaev, O. Novozhilov, P. Baranovsky //Sustainable Fisheries and Aquaculture: Challenges and Prospects for the Blue Bioeconomy. Environmental Science and Engineering, 2022. – P. 199-207. DOI: 10.1007/978-3-031-08284-9\_20.

### LENGTH GROWTH OF PIKE (ESOX LUCIUS L.) OF VISHTYTIS LAKE BY THE DATA OF BACK-CALCULATION GROWTH

S.A. Skorobogatov, student  
e-mail: stepan13373@rambler.ru  
Kaliningrad State Technical University

P.N. Baranovsky, senior lecturer  
e-mail: baranovskiy@klgtu.ru  
Kaliningrad State Technical University

This article is devoted to the length growth analysis of the pike of Vishtytis Lake. A retrospective growth estimating of fish was carried out based on back-calculations growth by scale. The Dahl-Lea back-calculation proportional method was used []. The general variability of length parameters and its age dynamics are estimated. The analysis showed an average variation in pike sizes among the same age groups. An increase of body length diversity with age was found. Length growth of pike of Vishtytis Lake was described by a power regression model. This model of growth has a high degree of reliability. The analysis of the dynamics of absolute and relative growth rates is carried out. A decrease in growth rates with age was found. On average, the absolute growth rate was 4,3 cm/year, a relative 17,6% per year.

**Key words:** pike, Vishtytis Lake, growth, growth rate