



Ихтиофауна морских и континентальных водоемов

УДК 597.2

https://doi.org/10.47921/2619-1024_2024_7_3_62

EDN: LGIBJU



МОДЕЛЬ ОБЪЕМА ТЕЛА ОБЫКНОВЕННОГО ОКУНЯ *PERCA FLUVIATILIS* L., 1758

В. В. Шумак

Полесский государственный университет (УО «ПолесГУ»), Пинск 225714, Республика Беларусь
E-mail: vshumak@yandex.ru

Аннотация

Введение. Расширение возможностей цифровизации современных научных исследований соответствует тенденциям развития общества. Исследование особенностей формы тела рыбы позволяет собрать первичный материал для дальнейшей обработки. Для каждого вида рыбы существуют характерные морфометрические показатели, которые позволят перейти от оригинала к модели. **Актуальность.** Совершенствование методических подходов к созданию цифровых моделей в ихтиологии и аквакультуре актуально для расширения возможностей изучения особенностей биологии рыб. **Цель работы** — обоснование методических подходов к внедрению цифровой модели отдельного вида рыб на примере обыкновенного окуня *Perca fluviatilis* L., 1758. **Методы.** Сбор первичного материала проводился по традиционным методикам ихтиологических исследований. Помимо этого, изучали объем рыбы на примере модели формы ее тела с использованием собранных морфометрических данных в виде суммы двух половин двух эллипсоидов. Определяли возможность использования морфометрических показателей как основы формирования «морфологического паспорта» вида рыбы. **Результаты.** Выявлено отношение измеренного объема тела обыкновенного окуня к расчетному объему по модели суммы половин двух эллипсоидов. По полученным показателям оно приближалось к значению 0,97, что на 97 % удовлетворяло исследуемой модели и определяло развитие обыкновенного окуня Днепровско-Бугского канала в пределах Пинского района Республики Беларусь. Дано обоснование использования обезличенной формы представления данных по отдельному виду рыб на примере обыкновенного окуня с принятием длины от вершины рыла до конца чешуйного покрова в качестве искомой «единицы». Также по результатам исследований выявлено перераспределение значений в процентном выражении по отношению l_1/l с 25 % у сеголетков обыкновенного окуня на таковые до 17 % у семилетков. При этом исследованное отношение O/l повышало свое значение с 43 % у сеголетков обыкновенного окуня до 50 % у более старших возрастных групп. **Выводы.** Определена сумма отношений длины тела обыкновенного окуня от вершины рыла до вертикали, проходящей от основания брюшных плавников к спинному плавнику, а также его ширины, высоты и обхвата тела, к длине его тела от вершины рыла до конца чешуйного покрова; она начиналась со значения 1,218 у сеголетков и возрастала до 1,926 у семилетков. Это уникальное сочетание

четырёх значений изученных отношений может быть положено в основу цифровизации вида — создания «морфологического паспорта» обыкновенного окуня.

Ключевые слова: обыкновенный окунь *Perca fluviatilis*, ширина тела, высота тела, длина тела, форма тела, модель

A BODY VOLUME MODEL FOR THE COMMON PERCH *PERCA FLUVIATILIS* L., 1758

V. V. Shumak

Polessky State University (EI “PolesSU”), Pinsk 225714, Republic of Belarus

E-mail: vshumak@yandex.ru

Abstract

Background. Expansion of the digitalization possibilities in the modern scientific research aligns with the trends in societal development. The study of the body shape features of a fish contributes to collecting the primary material for further processing. The species-specific morphometric characteristics provide the means to derive a model from the original. **Relevance.** The improvement of methodological approaches to the creation of digital models in ichthyology and fish farming is crucial for expanding the possibilities of studying fish biology. The **aim** of this work is to substantiate the methodological approaches to the introduction of a digital model for a fish species using the common perch *Perca fluviatilis* L., 1758 as an example. **Methods.** The collection of primary material has been carried out according to conventional methods of ichthyological research. The volume of a fish body has also been studied through the example of a body shape model based on the collected morphometric data in the form of the sum of two halves of two ellipsoids. The possibility of using morphometric characteristics for creation of a “morphological passport” of a fish species has been investigated. **Results.** The ratio of the measured body volume of a common perch to the calculated volume according to the model featuring the sum of the halves of two ellipsoids has been identified. Based on the obtained values, it has been found to be close to 0.97, which is compliant with the investigated model by 97 % and determines the development of the common perch in the Dnieper–Bug Canal within the Pinsky District, Republic of Belarus. The rationale for using a non-specific data presentation for a fish species with the common perch as an investigation target is given based on the length from the end of its snout to the end of its scale covering. Following the results of this study, it has also been found out that the percentage values regarding l/l in the common perch fingerling changed as compared to those of seven-yearling from 25 % to 17 %. However, the investigated O/l ratio increased from 43 % in fingerlings of this species to 50 % in older age groups. **Conclusion.** The sum of the ratios of the common perch body length taken from the top of the snout to the vertical line drawn from the base of the ventral fins to the dorsal fin, as well as its body width, height, and girth, to the length of its body from the top of the snout to the end of the scale covering has been identified. It started with 1.218 in fingerlings and increased to 1.926 in seven-yearlings. This unique combination of the four values of the investigated relationships can be used in creating a digital “morphological passport” of the common perch.

Keywords: common perch *Perca fluviatilis*, body width, body height, body length, body shape, model

ВВЕДЕНИЕ

Существующие способы построения математических моделей и цифровизации отражают в первую очередь специфику отрасли и руководствуются теми основными законами, по которым идет реализация процессов. Математическая модель должна быть разработана исходя из вида собранных исходных данных, исследовательских операций по их обработке, в соответствии с целевой направленностью, с учетом возможностей

решения поставленных задач исследования. Рыба как объект изучения выбрана не случайно.

Число описанных современных видов надкласса Рыбы составляет около 26500 [1]; в работе В.И. Романова [2], который отдает предпочтение изложению системы рыбообразных и рыб в соответствии с интернет-ресурсом [3], указаны 8 классов, в т. ч. классы *Muxini* и *Petromyzonti*. Именно рыбы своим многообразием форм тела отражают большой спектр условий водной среды и других природных факторов.

Поддержание качества водной среды и сохранение разнообразия видов на современном уровне развития научно-технологического прогресса требует адекватного сбора информации по текущему состоянию ихтиофауны. От наличия и объективности информации зависит возможность своевременного принятия мер по поддержанию численности и обеспечению комфортных условий обитания для видов, находящихся под угрозой исчезновения в естественной среде обитания. Помимо этого, при товарном выращивании рыбы есть необходимость использовать в технологическом процессе элементы цифровых моделей объектов культивирования для их размерного контроля и сортировки.

Выверенный выбор показателей обеспечит достоверность исследований и даст возможность провести альтернативные изыскания с применением разных методов. Точность и подробность модели обеспечивается той исходной информацией, которая была собрана в ходе исследований или уже представлена в научной литературе, но может быть рассмотрена с применением новых подходов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследований был выбран обыкновенный окунь из уловов 2022–2023 гг. Предметом исследований являлись морфометрические особенности обыкновенного окуня в возрасте от сеголетка до семилетка и количестве по 30 экземпляров в каждой возрастной группе, а также его штучная масса и чешуя.

При сборе и обработке материала применялись общепринятые методики Н.И. Чугуновой [4], Г.К. Плотникова с соавт. [5], И.Ф. Правдина [6]. Статистическая обработка материала проводилась по П.Ф. Рокицкому [7]. Выборка формировалась способом случайного бесповторного отбора. Определялись средняя арифметическая и средняя ошибки. Особое внимание уделялось морфометрическим показателям. При использовании морфологических показателей как критерия систематики рыб или ведения селекционно-племенной работы всегда проводились наблюдения за необходимым набором данных — как пластических, так и меристических [6].

В селекционно-племенной работе уделяют особое внимание получению показателей, характеризующих телосложение рыб, для чего определяют:

- массу рыбы M (г);
- длину тела l (от вершины рыла до конца чешуйного покрова, а при отсутствии чешуи — до основания лучей хвостового плавника или развилки);
- наибольшую высоту тела H ;
- наибольшую ширину тела B ;
- наибольший обхват тела O .

Кроме этого, рассчитывают соответствующие селекционные индексы:

- коэффициент высокоспинности: $Kв=(H/l) \times 100\%$;
- коэффициент широкоспинности (наибольшую ширину тела): $Kм=(B/l) \times 100\%$;
- коэффициент относительного обхвата тела: $Kо=(O/l) \times 100\%$.

К этим показателям был добавлен расчет отношения длины тела от вершины рыла до вертикали, проходящей от основания брюшных плавников к спинному плавнику, к общей длине рыбы от вершины рыла до конца чешуйного покрова: $Kо=(l_1/l) \times 100\%$.

Изучили подходы к расчетам объема эллипсоида по формуле [8]:

$$Vэс=(4/3)(\pi a b H), \quad (1)$$

где π — значение отношения длины окружности с радиусом 1 к ее радиусу;

a — малый радиус эллипса, взятый как значение радиуса на полуоси X ;

b — большой радиус эллипса, взятый как значение радиуса на полуоси Y ;

H — взятая как высота эллипсоида, т. е. как значение радиуса на полуоси Z .

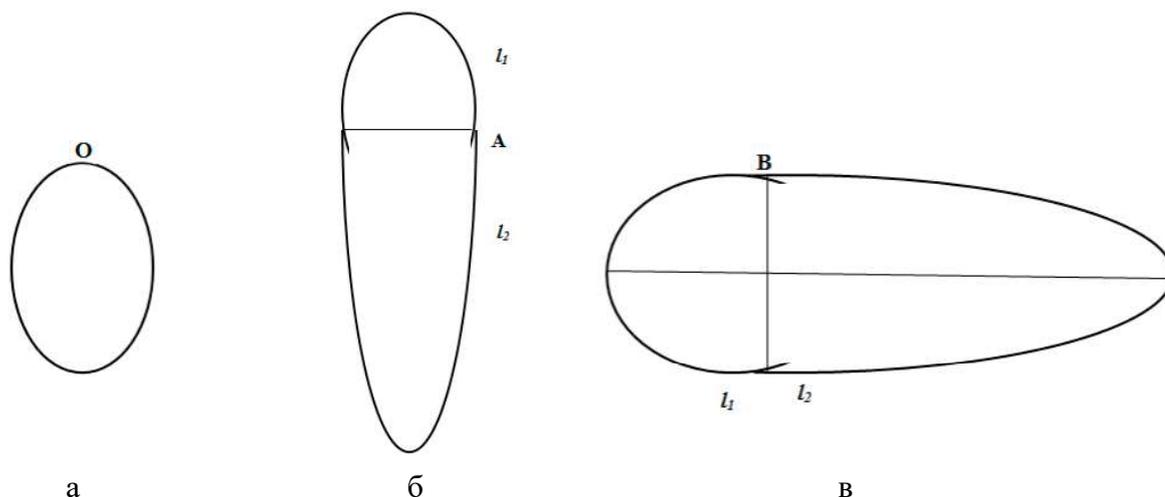
Собранные материалы по объему тела обыкновенного окуня сравнили с моделью объема тела рыбы как суммы половин двух эллипсоидов с условным разделением каждого из них на две равные половины, учтенные по самому высокому и широкому местам тела рыбы (рисунок). В соответствии с этим разработали следующую формулу для проведения расчетов, в которой выразили объемную модель формы тела обыкновенного окуня через сумму двух половин объемов двух эллипсоидов:

$$Vрэ=(4/3)(\pi a b l_1)(1/2)+(4/3)(\pi a b l_2)(1/2)= \\ = (2/3)(\pi a b l), \quad (2)$$

где π — значение отношения длины окружности с радиусом 1 к ее радиусу;

a — малый радиус эллипса или половина ширины тела A ;

b — большой радиус эллипса или половина высоты тела B ;



Модель формы тела обыкновенного окуня *Perca fluviatilis* L., 1758 в виде суммы половин двух эллипсоидов:
 а — вид спереди (O — обхват тела рыбы); б — вид сверху (A — ширина тела рыбы); в — вид слева
 (B — высота тела рыбы); $l_1+l_2=l$ — длина тела рыбы

Body shape model of the common perch *Perca fluviatilis* L., 1758 as the sum of the halves of two ellipsoids:
 а — frontal view (O — fish body girth); б — top-side view (A — fish body width); в — left-side view
 (B — fish body height); $l_1+l_2=l$ — fish body length

l_1 — расстояние от вершины рыла до вертикали, проходящей от основания брюшных плавников к спинному плавнику; соответствует значению первого радиуса на полуоси Z ;

l_2 — расстояние от вертикали, проходящей от основания брюшных плавников к спинному плавнику, до начала лучей хвостового плавника; соответствует значению второго радиуса на полуоси Z ;

l — сумма двух половин значений радиуса на полуоси Z для двух эллипсоидов, или общая длина обыкновенного окуня от вершины рыла до конца его чешуйного покрова.

Для идентификации биологического вида есть необходимость разработать общий подход к формуле определения именно его особей в значении единого целого через систему отношений свойственных ему морфометрических показателей:

$$(l_1/l)+(A/l)+(B/l)+(O/l)=X. \quad (3)$$

Далее принимали значение X как 100 % для отображения единого целого в отношении отдельного вида. Изучали сумму показателей (l_1/l) , (A/l) , (B/l) , (O/l) , которые имеют в знаменателе одно и то же значение общей длины особи (в данном случае — обыкновенного окуня) от вершины рыла до конца чешуйного покрова.

$$(l_1+A+B+O)/l=100\%. \quad (4)$$

Периодические исследования биометрических показателей различных видов рыб проводятся с очень разнообразными целями: изредка — для

моделирования [9], в основном — для изучения морфометрических особенностей рыбы и их связи с рыбохозяйственными показателями [10–12], а также для обоснования геометрических характеристик сетного полотна [13, 14].

Проводились измерения объема тела обыкновенного окуня при комнатной температуре 20 °C с использованием мерных сосудов, изготовленных по ГОСТ 1770-74, с мерным объемом 100 и 500 мл, градуировкой 1 мл. За объем тела рыбы принимали объем вытесненной воды. Метрические данные по форме тела каждой особи собирались с использованием электронного штангенциркуля с точностью 0,1 мм производства фирмы MASTERHAND, Китай. Определение штучной массы рыбы проводилось с точностью до 0,01 г с помощью весов марки ScoutPro SPS402F фирмы Ohaus, США.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Собранные первичные материалы обработаны и представлены в табличной форме для последующего изучения (табл. 1).

Исследования собранных значений морфометрических показателей обыкновенного окуня проводились с учетом всех методических требований и рекомендаций ученых [15–17]. Все чаще изучаются морфологические параметры рыбы как перерабатываемого сырья [18, 19]. Есть попытки

Таблица 1. Морфометрические показатели обыкновенного окуня, 2022–2023 гг.**Table 1.** Morphometric characteristics of the common perch, 2022–2023

Возраст Age	<i>M</i> средняя штучная масса, г average individual weight, g	<i>l</i> длина, см length, cm	<i>l</i> ₁ длина радиуса по оси Z length of the radius along the z-axis	<i>A</i> ширина, см width, cm	<i>B</i> высота, см height, cm	<i>O</i> обхват, см girth, cm	<i>V</i> _и измеренный объем, см ³ measured volume, cm ³	<i>V</i> _р рассчи- танный объем, см ³ calculated volume, cm ³	<i>V</i> _и / <i>V</i> _р
0+	5,9±0,17	7,75±0,34	2,42±0,19	0,89±0,27	2,02±0,47	4,11±0,51	5,96±0,19	7,29	0,81738
1	7,4±0,61	7,91±0,27	2,52±0,22	1,04±0,16	2,14±0,13	4,54±0,47	8,11±0,57	9,21	0,88027
1+	13,2±0,24	9,06±0,19	2,85±0,41	1,35±0,42	2,61±0,12	6,22±0,16	14,41±0,36	16,70	0,86254
2	21,4±0,32	10,82±0,11	3,18±0,51	1,71±0,59	3,04±0,27	7,46±0,19	24,26±0,27	29,43	0,82416
2+	38,5±0,16	12,07±0,73	3,51±0,67	2,05±0,76	3,81±0,44	9,12±0,57	42,51±0,73	49,33	0,86160
3	48,4±0,23	13,46±0,47	3,92±0,71	2,28±0,37	4,09±0,35	9,91±0,47	56,21±0,19	65,68	0,85572
3+	71,2±0,72	15,82±0,19	4,45±0,16	2,85±0,16	4,82±0,65	11,67±0,19	89,51±0,18	113,73	0,78703
4	124,6±0,64	15,64±0,13	4,81±0,19	2,95±0,11	4,98±0,78	12,11±0,31	112,14±0,78	120,24	0,93259
4+	156,3±0,19	17,16±0,47	5,42±0,43	3,06±0,07	5,45±0,86	13,02±0,57	142,62±0,89	149,76	0,95228
5	181,5±0,35	17,93±0,54	5,61±0,24	3,11±0,14	5,81±0,76	14,01±0,19	164,22±0,96	169,54	0,96856
5+	209,4±0,37	18,24±0,37	5,75±0,58	3,25±0,19	6,67±0,18	16,41±0,64	201,48±0,58	206,92	0,97368
6	246,7±0,65	19,22±0,15	6,04±0,67	3,91±0,27	7,09±0,53	18,31±0,72	263,16±0,79	278,12	0,94618
6+	281,4±0,78	19,48±0,56	6,22±0,78	4,21±0,25	8,03±0,24	19,06±0,43	296,24±0,72	344,63	0,85956

создания систем распознавания гидробионтов с применением нейронных сетей [20].

Анализируя полученные данные по объему тела обыкновенного окуня, обнаружили, что на них существенно влияет наличие лимитирующего значения, определенного по сумме двух половин объемов двух эллипсоидов согласно разработанной модели.

Объем тела обыкновенного окуня, рассчитанный по модели суммы двух половин двух эллипсоидов, имел достаточную степень приближения к измеренному фактическому объему тела. Отношение этих двух показателей для разных возрастных групп варьировало от 0,81 до 0,97, повышаясь с возрастом, и указывало на достаточно округлую форму тела, свидетельствующую об упитанности особи, отражало ее состояние, развитие и половое созревание.

Также изучили отношения измерений, приведенных к длине тела обыкновенного окуня от вершины рыла до конца чешуйного покрова, по данным средних значений в каждой возрастной группе (табл. 2).

Далее использовали формулу 3 для установления особей-сеголетков обыкновенного окуня как единого целого по видовому определению через

систему отношений морфометрических показателей, получая их сумму по данным табл. 2.

Так, по полученным для сеголетка обыкновенного окуня значениям рассчитали:

$$0,312+0,115+0,261+0,530=1,218,$$

и через решение системы пропорций определили:

$$(l_1/l)=0,312 \text{ — это } x,$$

$$1,218 \text{ — это } 100 \%, \text{ следовательно,}$$

$$(0,312 \times 100)/1,218=25,62 \%.$$

Соответственно были рассчитаны и остальные отношения:

$$(A/l)=0,115 \text{ или } 9,44 \%;$$

$$(B/l)=0,261 \text{ или } 21,43 \%;$$

$$(O/l)=0,530 \text{ или } 43,51 \%.$$

Также была использована формула 4, что позволило представить в процентах данные для сеголетка обыкновенного окуня, полученные в долях средних значений:

$$25,62 \%+9,44 \%+21,43 \%+43,51 \%=100 \%.$$

Далее снова использовали формулу 3 по видовому определению всех возрастных групп особей обыкновенного окуня как единого целого в виде формулы 4, через систему отношений морфометрических показателей изучая их сумму; по полученным данным была составлена табл. 3.

Таблица 2. Морфометрические показатели обыкновенного окуня, приведенные к длине его тела, 2022–2023 гг.**Table 2.** Morphometric characteristics of the common perch relative to the length of its body, 2022–2023

Возраст Age	l длина, см length, cm	l_1 длина радиуса по оси Z length of the radius along the z-axis	l_1/l	A ширина, см width, cm	A/l	B высота, см height, cm	B/l	O обхват, см girth, cm	O/l
0+	7,75±0,34	2,42±0,19	0,312	0,89±0,27	0,115	2,02±0,47	0,261	4,11±0,51	0,530
1	7,91±0,27	2,52±0,22	0,318	1,04±0,16	0,131	2,14±0,13	0,271	4,54±0,47	0,574
1+	9,06±0,19	2,85±0,41	0,315	1,35±0,42	0,149	2,61±0,12	0,288	6,22±0,16	0,687
2	10,82±0,11	3,18±0,51	0,294	1,71±0,59	0,158	3,04±0,27	0,281	7,46±0,19	0,689
2+	12,07±0,73	3,51±0,67	0,291	2,05±0,76	0,169	3,81±0,44	0,316	9,12±0,57	0,756
3	13,46±0,47	3,92±0,71	0,291	2,28±0,37	0,169	4,09±0,35	0,304	9,91±0,47	0,736
3+	15,82±0,19	4,45±0,16	0,281	2,85±0,16	0,180	4,82±0,65	0,305	11,67±0,19	0,738
4	15,64±0,13	4,81±0,19	0,308	2,95±0,11	0,189	4,98±0,78	0,318	12,11±0,31	0,774
4+	17,16±0,47	5,42±0,43	0,316	3,06±0,07	0,178	5,45±0,86	0,318	13,02±0,57	0,759
5	17,93±0,54	5,61±0,24	0,313	3,11±0,14	0,174	5,81±0,76	0,324	14,01±0,19	0,781
5+	18,24±0,37	5,75±0,58	0,315	3,25±0,19	0,178	6,67±0,18	0,365	16,41±0,64	0,899
6	19,22±0,15	6,04±0,67	0,314	3,91±0,27	0,203	7,09±0,53	0,368	18,31±0,72	0,952
6+	19,48±0,56	6,22±0,78	0,319	4,21±0,25	0,216	8,03±0,24	0,412	19,06±0,43	0,978

Таблица 3. Морфометрические показатели обыкновенного окуня, отражающие его данные как единого целого, 2022–2023 гг.**Table 3.** Morphometric characteristics of the common perch, reflecting the data on it as a single entity, 2022–2023

Возраст Age	l_1/l	$l_1/l, \%$	A/l	$A/l, \%$	B/l	$B/l, \%$	O/l	$O/l, \%$	Всего Total	Всего, % Total, %
0+	0,312	25,62	0,115	9,44	0,261	21,43	0,530	43,51	1,218	100
1	0,319	24,61	0,131	10,16	0,271	20,90	0,574	44,33	1,294	100
1+	0,315	21,87	0,149	10,36	0,288	20,03	0,687	47,74	1,438	100
2	0,294	20,66	0,158	11,11	0,281	19,75	0,690	48,47	1,422	100
2+	0,291	18,98	0,169	11,09	0,316	20,61	0,756	49,32	1,532	100
3	0,291	19,41	0,169	11,29	0,304	20,25	0,736	49,06	1,501	100
3+	0,281	18,71	0,180	11,98	0,305	20,26	0,737	49,05	1,504	100
4	0,307	19,36	0,189	11,87	0,318	20,04	0,774	48,73	1,589	100
4+	0,316	20,11	0,178	11,35	0,318	20,22	0,759	48,31	1,571	100
5	0,313	19,66	0,173	10,90	0,324	20,36	0,781	49,09	1,592	100
5+	0,315	17,92	0,178	10,13	0,366	20,79	0,900	51,15	1,759	100
6	0,314	17,09	0,203	11,04	0,369	20,06	0,953	51,81	1,839	100
6+	0,319	16,58	0,216	11,22	0,412	21,40	0,978	50,80	1,926	100

Таким образом, по результатам проведенных расчетов получили значения суммы отношений для каждой возрастной группы обыкновенного окуня, что позволило унифицировать их как значения, присущие всем видам рыб. Далее, по форму-

ле 4 обозначили их сущность, выразив ее в единицах длины. За приведенную ко всем отношениям единицу принята длина тела обыкновенного окуня от вершины рыла до конца чешуйного покрова, которая была использована в знаменателе для

всех вычислений отношений по соответствующей возрастной группе.

Следовательно, сумма значений отношений дает обезличенную форму представления данных по отдельному виду рыб в виде исследуемой «единицы», которую можно назвать «морфологическим паспортом» — выражением, отражающим особенности изученных особей всех возрастных групп (в данном случае — обыкновенного окуня).

В итоге получили возможность представить, как изменяется форма тела обыкновенного окуня по мере его развития и созревания в условиях Днепровско-Бугского канала на территории Пинского района Республики Беларусь. Отмечено половое созревание самцов обыкновенного окуня в два года, самок в три года.

По результатам исследований (табл. 3) было обнаружено перераспределение значений по отношению l_1/l в процентном выражении с 25 % у сеголетков обыкновенного окуня на таковые до 17 % у семилетков. В то же время, отношение O/l повышалось с 43 % у сеголетков этого вида до 50 % у более старших возрастных групп.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере обыкновенного окуня рассмотрели обезличенную форму представления данных по отдельному виду рыб, используя длину от вершины рыла до конца чешуйного покрова в качестве искомой «единицы».

Была получена сумма отношений длины до вертикали, проходящей от основания брюшных плавников к спинному плавнику, ширины, высоты и обхвата тела обыкновенного окуня к длине его тела от вершины рыла до конца чешуйного покрова, которая начиналась со значения 1,218 у сеголетков и возрастала до 1,926 у семилетков. При этом было получено уникальное сочетание четырех значений изученных отношений, которое может быть принято как «морфологический паспорт» обыкновенного окуня.

Также по результатам исследований выявлено перераспределение значений в процентном выражении по отношению l_1/l с 25 % у сеголетков обыкновенного окуня на таковые до 17 % у семилетков, в то время как исследованное отношение O/l повышало свое значение с 43 % у сеголетков до 50 % у более старших возрастных групп.

Обнаружено постепенное повышение с возрастом значений отношения измеренного объема тела обыкновенного окуня к объему, рассчитанному по

модели суммы двух половин двух эллипсоидов, от 0,81 до 0,97. Это отражало развитие особей и их половое созревание, позволяло охарактеризовать их состояние как достаточно упитанное.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает огромную благодарность редакции журнала «Водные биоресурсы и среда обитания» за труд по рассмотрению представленной статьи, а также за помощь в ее подготовке к печати.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author expresses his deepest gratitude to the Editorial Board of the journal “Aquatic Bioresources & Environment” for their consideration of the submitted manuscript, as well as for their assistance in its preparation for publication.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Животные: иллюстрированная энциклопедия животных всего мира / сост. Д.Э. Уилсон, Д. Берни. М.: Астрель, АСТ, 2002. 624 с.
2. Романов В.И. Современные представления о системе рыбообразных и рыб мировой фауны : учеб. пособие. Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2019. 310 с.
3. Van der Laan R., Fricke R. Eshmeyer's catalog of fishes family group names. *California Academy of Sciences : official website*. URL: <http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-family-group-names/> (дата обращения 02.05.2024).
4. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1959. 164 с.
5. Плотников Г.К., Пескова Т.Ю., Шкуте А., Пупиня А., Пупиньш М. Основы ихтиологии. Сборник классических методов ихтиологических исследований для использования в аквакультуре. Даугавпилс: Академическое издательство Даугавпилсского университета “Saule”, 2018. 253 с.
6. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
7. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика : учеб. пособие. Минск: Вышэйшая школа, 1973. 412 с.
8. Пищулина И.Я., Кукушкина Е.В. Поверхности второго порядка : учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Уральского федерального университета, 2012. 166 с.
9. Меншуткин В.В. Искусство моделирования (экология, физиология, эволюция). Петрозаводск—СПб: Изд-во Карельского научного центра Российской академии наук, 2010. 416 с.

10. Стрельникова А.П., Столбунов И.А., Жгарева Н.Н., Шляпкин И.В. Размерно-массовая характеристика и питание молоди обыкновенного пескаря *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) в некоторых реках бассейна Верхней и Средней Волги. *Вестник Астраханского государственного университета. Серия: Рыбное хозяйство*. 2016. № 3: 7–15.
11. Молчанова К.А., Хрусталева Е.И., Курапова Т.М. Морфофизиологическая характеристика радужной форели, выращиваемой в УЗВ. *Рыбное хозяйство*. 2017. № 5: 89–92.
12. Ярмош В.В., Козырь А.В. Методика морфометрических исследований рыбохозяйственных показателей клариевого сома (*Clarias gariepinus*). *Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук*. 2022. № 2: 74–81.
13. Шаповалова О.Н., Малых К.М., Норин Е.Г. Зависимость максимального обхвата тела тихоокеанских лососей от их длины. *Научные труды Дальрыбвтуза*. 2010. Вып. 22: 194–200.
14. Кириллова Е.А. Воспроизводство, биометрические характеристики горбуши и влияние промысла на динамику ее подходов в южной части северо-восточного побережья о-ва Сахалин в 2021 г. *Труды ВНИРО*. 2023. Т. 193: 40–55. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2023-193-40-55>.
15. Рыжков Л.П., Полина А.В. Морфо-физиологические показатели рыб : учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского государственного университета, 2012. 36 с.
16. Шумак В.В., Панов В.П., Лесюк М.И., Баран В.В. Селекция рыб : учеб.-метод. пособие. Пинск: Изд-во Полесского государственного университета, 2022. 106 с.
17. Решетников Ю.С., Попова О.А. О методиках полевых ихтиологических исследований и точности полученных результатов. *Труды ВНИРО*. 2015. Т. 156: 114–131.
18. Самойлова Н.В., Агеев О.В. Математическое моделирование контуров тела промысловых рыб при лазерном измерении морфометрических параметров сырья. *Известия Калининградского государственного технического университета*. 2019. № 52: 87–108.
19. Голубев Д.С. Особенности морфометрических и гематологических показателей среднего и крупного товарного карпа гибридной породы. *Вестник Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. 2020. № 2 (107): 38–42.
20. Алексеев П.П., Квятковская И.Ю. Применение нейронных сетей в системе распознавания промысловых гидробионтов в условиях повышенной флуктуации. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика*. 2022. № 2: 76–86. <https://doi.org/10/24143/2072-9502-2022-2-76-86>.

REFERENCES

1. Animal: The definitive visual guide to the world's wildlife. D.E. Wilson, D. Burnie (eds.). London: Dorling Kindersley Publishers, 2001. 624 p.
2. Romanov V.I. Sovremennye predstavleniya o sisteme ryboobraznykh i ryb mirovoy fauny : uchebnoe posobie [Modern understanding of the fishes and pisciforms of the world fauna. Study guide]. Tomsk: Tomskiy gosudarstvennyy universitet [Tomsk State University] Publ., 2019. 310 p. (In Russian).
3. Van der Laan R., Fricke R. Eschmeyer's catalog of fishes family group names. In: *California Academy of Sciences : official website*. Available at: <http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-family-group-names/> (accessed 02.05.2024).
4. Chugunova N.I. Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb [Guidelines to studying age and growth of fish]. Moscow: Akademiya nauk SSSR [USSR Academy of Sciences] Publ., 1959. 164 p. (In Russian).
5. Plotnikov G.K., Peskova T.Yu., Shkute A., Pupinya A., Pupinsh M. Osnovy ikhtologii. Sbornik klassicheskikh metodov ikhtologicheskikh issledovaniy dlya ispol'zovaniya v akvakulture [Ichthyology basics. Collection of classical methods of ichthyological researches for use in the aquaculture]. Daugavpils: Akademicheskoe izdatel'stvo Daugavpilsskogo universiteta "Saule" [Daugavpils University Academic Press "Saule"], 2018. 253 p. (In Russian).
6. Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh) [Guidelines for the study of fish (mostly freshwater)]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry], 1966. 376 p. (In Russian).
7. Rokitskiy P.F. Biologicheskaya statistika : uchebnoe posobie [Biological statistics. Study guide]. Minsk: Vysheyshaya shkola [Higher School], 1973. 412 p. (In Russian).
8. Pishchulina I.Ya., Kukushkina E.V. Poverkhnosti vtorogo poryadka : uchebnoe posobie [Second-order surfaces. Study guide]. Yekaterinburg: Ural'skiy federal'nyy universitet [Ural Federal University] Publ., 2012. 166 p. (In Russian).
9. Menshutkin V.V. Iskusstvo modelirovaniya (ekologiya, fiziologiya, evolyutsiya) [The art of modeling: Ecology, physiology, evolution]. Petrozavodsk–Saint Petersburg: Karel'skiy nauchnyy tsentr Rossiyskoy akademii nauk [Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences] Publ., 2010. 416 p. (In Russian).
10. Strelnikova A.P., Stolbunov I.A., Zhgareva N.N., Shlyapkin I.V. Razmerno-massovaya kharakteristika i pitanie molodi obyknovennogo peskarya *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) v nekotorykh rekakh basseyna Verkhney i Sredney Volgi [Size-weight characteristics and feeding of gudgeon *Gobio gobio* (L.) fry in some rivers of Upper and Middle Volga Basin]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo universiteta*.

- Seriya: Rybnoe khozyaystvo [Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry]*. 2016. No. 3: 7–15. (In Russian).
11. Molchanova K.A., Khrustalev E.I., Kurapova T.M. Morfofiziologicheskaya kharakteristika raduzhnoy foreli, vyrashchivaemoy v UZV [Morphological and physiological characteristics of rainbow trout breed in recirculating aquaculture systems]. *Rybnoe khozyaystvo [Fisheries]*. 2017. No. 5: 89–92. (In Russian).
 12. Yarmosh V.V., Kozyr A.V. Metodika morfometricheskikh issledovaniy rybokhozyaystvennykh pokazateley klarievogo soma (*Clarias gariepinus*) [Methodology for morphometric studies of fishing indicators of claria catfish (*Clarias gariepinus*)]. *Vestnik Poleskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya prirodovedcheskikh nauk [Bulletin of Palesky State University. Series Natural Sciences]*. 2022. No. 2: 74–81. (In Russian).
 13. Shapovalova O.N., Malykh K.M., Norinov E.G. Zavisimost' maksimal'nogo obkhvata tela tikho-okeanskikh lososey ot ikh dliny [Relationship between the maximum body girth of the Pacific salmon and trouts and their length]. *Nauchnye trudy Dal'rybvtuza [Scientific Journal of the Far East State Technical Fisheries University]*. 2010. Issue 22: 194–200. (In Russian).
 14. Kirillova E.A. Vosproizvodstvo, biometricheskie kharakteristiki gorbushi i vliyanie promysla na dinamiku ee podkhodov v yuzhnoy chasti severo-vostochnogo poberezh'ya o-va Sakhalin v 2021 g. [Reproduction, biometric patterns of pink salmon and effect of commercial fishery on the runs of the species on the south of the north-eastern coast of Sakhalin Island in 2021]. *Trudy VNIRO [VNIRO Proceedings]*. 2023. Vol. 193: 40–55. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2023-193-40-55>. (In Russian).
 15. Ryzhkov L.P., Polina A.V. Morfo-fiziologicheskije pokazateli ryb : uchebnoe posobie [Morphophysiological characteristics of fish. Study guide]. Petrozavodsk: Petrozavodskiy gosudarstvennyy universitet [Petrozavodsk State University] Publ., 2012. 36 p. (In Russian).
 16. Shumak V.V., Panov V.P., Lesyuk M.I., Baran V.V. Seleksiya ryb : uchebno-metodicheskoe posobie [Selective breeding of fish. Study and methodological guide]. Pinsk: Poleskiy gosudarstvennyy universitet [Polesky State University] Publ., 2022. 106 p. (In Russian).
 17. Reshetnikov Yu.S., Popova O.A. O metodikakh polevykh ikhtiologicheskikh issledovaniy i tochnosti poluchennykh rezul'tatov [About field ichthyological methods and errors in our conclusions]. *Trudy VNIRO [VNIRO Proceedings]*. 2015. Vol. 156: 114–131. (In Russian).
 18. Samoylova N.V., Ageev O.V. Matematicheskoe modelirovanie konturov tela promyslovykh ryb pri lazer-nom izmerenii morfometricheskikh parametrov syr'ya [Mathematical modelling of commercial fish body contours during laser measurement of the raw material morphometric parameters]. *Izvestiya Kaliningradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Kaliningrad State Technical University News]*. 2019. No. 52: 87–108. (In Russian).
 19. Golubev D.S. Osobennosti morfometricheskikh i gematologicheskikh pokazateley srednego i krupnogo tovarnogo karpa gibridnoy porody [Features of morphometric and hematological parameters of medium size and large size commercial carp of hybrid breed]. *Vestnik Vitsebskaga dzyarzhaynaga yuniversiteta [Bulletin of the Vitebsk State University]*. 2020. No. 2 (107): 38–42. (In Russian).
 20. Alekseev P.P., Kvyatkovskaya I.Yu. Primenenie neyronnykh setey v sisteme raspoznavaniya promyslovykh gidrobiontov v usloviyakh povyshennoy fluktuatsii [Application of neural networks in system of recognition of commercial aquatic organisms during increased fluctuation]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika [Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics]*. 2022. No. 2: 76–86. <https://doi.org/10.24143/2072-9502-2022-2-76-86>. (In Russian).

Для цитирования: Шумак В.В. Модель объема тела обыкновенного окуня *Perca fluviatilis* L., 1758. Водные биоресурсы и среда обитания. 2024. Т. 7, № 3: 62–71.

For citation: Shumak V.V. A body volume model for the common perch *Perca fluviatilis* L., 1758. *Aquatic Bioresources & Environment*. 2024. Vol. 7, no. 3: 62–71.

Об авторе:

Шумак Виктор Викторович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры аквакультуры и дизайна экосреды УО «Полесский государственный университет» (225714, Республика Беларусь, г. Пинск, ул. Днепровской Флотилии, 21), vshumak@yandex.ru

Поступила в редакцию 03.04.2024

Поступила после рецензии 17.06.2024

Принята к публикации 18.06.2024

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликтов интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант.

Received 03.04.2024

Revised 17.06.2024

Accepted 18.06.2024

Conflict of interest statement

The author does not have any conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.