

УДК 597.556.331.1(470.26)(06)

РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ОКУНЯ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

П.Н. Барановский

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,
236022, Россия, г. Калининград, Советский проспект, 1
E-mail: baranovskiy@klgtu.ru

Анализируются размерная и возрастная структуры окуня 20 малых водоемов Калининградской области. Проведена классификация популяций окуня по особенностям размерной и возрастной структур. Рассчитаны типовые значения структурных показателей для каждой группы популяций. Также исследована возрастная динамика смертности.

окунь, размерно-возрастная структура, смертность

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время растет интерес к возможности использования малых водоемов для целей аквакультуры и развития рекреационного рыболовства. Однако планирование любой рыбохозяйственной деятельности на водоемах невозможно без знания особенностей функционирования ихтиоценоза в водоеме. Окунь, как массовый вид в водоемах Калининградской области, изучен относительно слабо. Большая часть сведений приурочена к Куршскому и Вислинскому заливам [1-3]. Также в последние годы активно исследуется Виштынецкое озеро, в то время как состояние ихтиофауны остальных внутренних водоемов до недавнего времени было изучено слабо [4].

Цель данной работы заключается в характеристике структурно-биологических параметров окуня ряда малых водоемов Калининградской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалами для настоящей работы послужили данные, собранные в ходе ихтиологических исследований, проводимых кафедрой ихтиологии и экологии ФГБОУ ВПО «КГТУ» на внутренних водоемах в период 2007 – 2013 гг. К анализу привлечены данные по 20 водоемам Калининградской области. Объем материала, использованного в анализе, представлен в таблице. Довольно часто при проведении ихтиологических исследований на малых водоемах применение активных орудий лова ограничено или невозможно ввиду значительного развития высшей водной растительности или закоряженности дна. В связи с этим с целью сопоставимости результатов обловов анализировались уловы только ставных сетей, так как они применялись на всех исследованных водоемах.

Обловы проводились на каждом водоеме на нескольких станциях набором сетей с разным шагом ячеи: 14; 16; 18; 20; 24; 27; 30; 33; 35; 40; 45; 50 мм. Улов каждой сети обрабатывался отдельно, массовые промеры рыб проводились по

промысловой длине с точностью до сантиметра. Данные обловов и биологического анализа обрабатывались с помощью информационно-аналитической системы «Рыбвод» [5]. С целью стандартизации сетных уловов для дальнейшего анализа использовались не фактические величины уловов, а улов на единицу промыслового усилия (улов сети длиной 25 м за одни сутки) [6].

При сравнении размерной и возрастной структур окуня значительного количества водоемов возникает сложность в анализе и интерпретации его результатов. Эту проблему можно решить, если выразить особенности вариационной кривой, описывающей структуру, одним показателем. Таким показателем могут служить мода или средняя взвешенная, однако они не дают представления о характере изменения вариационного ряда.

Таблица. Объем анализируемого материала

Table. The volume of analyzed material

Водоем	Кол-во обловов	Массовые промеры, экз.	Биологический анализ, экз.	Определение возраста	Год
Вдхр. Правдинское	404	150	149	129	2008-2013
Затон Комсомольский	92	105	72	62	2007-2009
Карьер Березовский	23	28	28	28	2010
Карьер Лесной	42	248	87	80	2011-2012
Карьер Пушкиревский	27	72	72	58	2010
Карьер Сокольники	36	88	83	83	2009-2012
Оз. Бородинское большое	64	168	168	161	2008-2010
Оз. Бородинское малое	46	413	347	347	2009-2010
Оз. Воронье	80	131	130	128	2007-2012
Оз. Домашнее	22	30	30	30	2010
Оз. Дубовское	32	17	17	17	2011
Оз. Камышовое	86	789	520	515	2008-2011
Оз. Красное	26	159	108	107	2009
Оз. Мариново	68	197	197	197	2009-2011
Карьер Орловский	9	17	17	17	2009
Оз. Чистое	28	85	85	85	2008-2009
Оз. Пустое	17	45	38	38	2009-2012
Оз. Рагнитское	20	52	52	52	2013
Пруд Скрытый	36	50	50	50	2012
Пруд Старая дамба	33	62	46	45	2008

Другим решением данной проблемы может служить объединение сходных вариационных рядов и характеристика их как группы одной общей вариационной кривой. С этой целью для группировки кривых размерной и возрастной структур был применен кластерный анализ, в качестве меры расстояния между вариационными кривыми использовалась Евклидова метрика:

$$d(p; q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2},$$

где d – расстояние; p и q – пара сравниваемых объектов, p_i и q_i – значения величин i -й размерной (возрастной) группы окуня из водоемов p и q . В качестве метода кластеризации использовался метод полной связи [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Размерная структура окуня в контрольных уловах весьма разнообразна, а значительное количество рассматриваемых водоемов затрудняет прямое сопоставление и анализ относительной численности размерных классов. В связи с этим были использованы методы кластерного анализа с целью разбиения множества водоемов на группы со схожей размерной структурой окуня. В результате выделены пять групп, для каждой из которых рассчитана обобщенная размерная структура (рис.1). В первую группу вошел окунь оз. Красного, Пустого и карьера Лесного. Средняя длина рыбы в уловах составляла $11 \pm 0,5$ см, преобладали размерные группы до 12 см (в среднем 77,1%). Значение окуня средних (12-21 см) и крупных (более 21 см) размеров в уловах невелико – 16,8 и 6,1% соответственно.

Вторая группа объединяет окуня оз. Вороньего, пруда Старая дамба и Комсомольского затона. Средняя длина окуня в уловах была несколько выше, чем в первой группе – $12 \pm 1,0$ см, основу уловов составили размерные группы 6-12 см – 66,9%, окуни средних размеров чуть менее четверти улова – 24,2%. Значение крупных рыб в структуре уловов невелико – 10,8%.

К третьей группе относится окунь оз. Чистого и карьера Орловского. Данная группа характеризуется средней длиной $13 \pm 1,1$ см, основу уловов составляли малоразмерные рыбы длиной 6-12 см – 62,0%, некоторое значение имели размерные группы 12-21 см – 35,5%, рыбы свыше 21 см составили 10,1%.

Четвертая группа объединяет окуня оз. Камышового, Мариново, Бородинского Б., карьеров Пушкаревского и Сокольники. Для окуня данных водоемов характерна средняя длина в контрольных уловах $15 \pm 2,1$ см. Размерные группы 6-12 см составляют основу уловов – 47,4%. Увеличилось, по сравнению с предыдущими группами, значение окуня средних размеров – 32,8%, также весьма многочисленны в уловах крупные особи – 19,9%. Модальной являлась размерная группа 9-12 см, она составила 34,3% по численности.

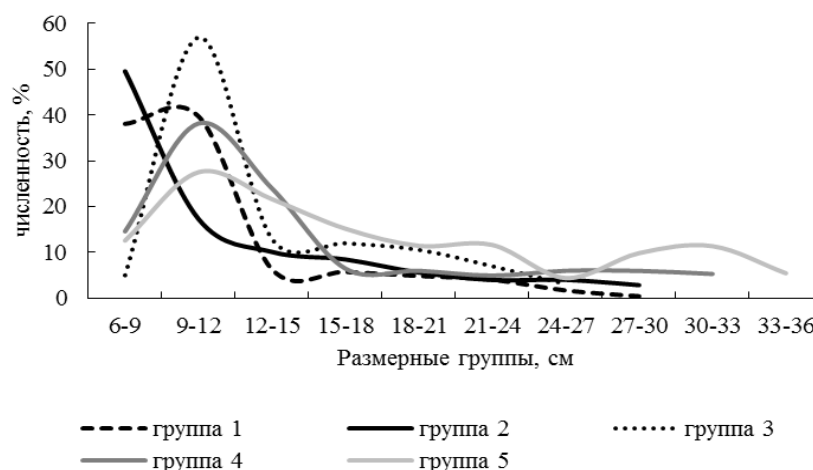


Рис. 1. Размерная структура окуня из контрольных обловов
Fig. 1. Length structure of perch from control catches

Пятая группа объединяет водоемы с наибольшим разнообразием размерных структур, к ней относятся Правдинское водохранилище, оз. Бородинское М., Домашнее, Дубовское, Рагнитское, карьер Березовский и пруд Скрытый. Для этой группы характерно наличие размерных групп с высокой относительной численностью не только среди малоразмерных особей, но и среди средне- и крупноразмерных особей. Так, для оз. Бородинского М. второй пик относительной численности приходится на размерную группу 15-18 см, для оз. Дубовского и карьера Березовского – 18-21 см, оз. Домашнего, Дубовского и пруда Скрытого – 21-24 см, Правдинского водохранилища 24-27 см. Средняя длина окуня в контрольных уловах для этих водоемов в среднем составила $18 \pm 1,3$ см. Доля малоразмерного окуня (6-12 см) колебалась в пределах 24,6 – 43,0%, в среднем – 30,6%. Значительную роль в структуре уловов играли средне- и крупноразмерные особи – 36,8 и 32,6 % соответственно.

Особый интерес представляет рассмотрение возрастной структуры, характеризующей закономерности убыли численности рыб с возрастом. Исходя из величины численности отдельных возрастных групп, были выделены три группы (рис. 2). К первой группе относится окунь оз. Красного, Пустого, карьера Орловского, Лесного и пруда Старая дамба. Для этих водоемов характерно доминирование в контрольных уловах особей в возрасте одного года, в среднем они составляли 60,9% от численности всех рыб. По численности резко преобладали рыбы младших возрастов 1-2 года – 79,1%. Доля остальных возрастных групп была незначительна: средневозрастные (3-5 лет) – 18%, старшевозрастные (более 5 лет) – 2,9%.

Вторая группа включает окуня оз. Чистого, Мариново, Камышового, Вороньего, Бородинского Б., карьеров Пушкаревского и Сокольники. Наибольшей по численности являлась возрастная группа два года – 49,7%, однако для нее, так же как и для первой группы, характерно резкое преобладание рыб в возрасте до двух лет – 61,5%. Возросло по сравнению с первой группой и значение окуня средних возрастных групп – 29,8%, особи в возрасте свыше пяти лет составляли 9,6%.

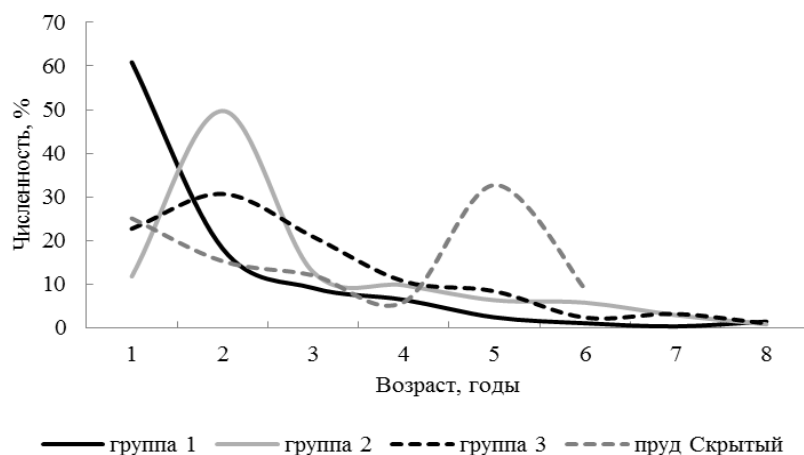


Рис. 2. Возрастная структура уловов окуня

Fig. 2. Age structure of perch catches

Третья группа объединяет окуня Правдинского водохранилища, оз. Бородинского М., Домашнего, Дубовского, Рагнитского, пруда Затона и карьера Березовского. Возрастная структура характеризуется преобладанием младших возрастов, однако численность их ниже, чем в других группах – 53,4%. Модальной возрастной группой являлась группа два года – 30,7% от общей численности. Доля средневозрастных групп в контрольных уловах выше по сравнению с аналогичными показателями для первой и второй группы. Так, на долю особей в возрасте 3-5 лет приходилось 40%. Рыбы в возрасте свыше пяти лет составляли 6,6% от общей численности.

Среди рассмотренных популяций окунь пруда Скрытого резко выделяется на фоне остальных популяций особенностями своей возрастной структуры и не может быть включен ни в одну из вышеперечисленных групп. Несмотря на преобладание в уловах младших возрастных групп – 40,4%, наибольшими по численности являлись особи в возрасте пяти лет – 32,7%. Возможная причина такой ситуации в доминировании отдельного урожайного поколения, связанного с нестабильными условиями воспроизводства. Как результат – такой популяции присущи периодические колебания численности. Однако для подтверждения этого требуется многолетний ряд наблюдений.

Одной из важных характеристик, определяющих динамику численности, является смертность рыб. Для оценки коэффициентов смертности использовались обобщенные для каждой из выделенных групп данные по возрастной структуре контрольных уловов. Необходимо сделать допущение, что популяции окуня, объединенные в группы 1, 2 и 3, находятся в стабильном состоянии. Тогда та часть возрастной структуры улова, где не сказывается влияние селективности орудий лова, теоретически будет параллельна кривой выживания в промежутке от самой младшей, полностью обловленной размерной группы, до предельного возраста в улове. Аппроксимируя кривые улова в той части, где не сказывается селективность орудий лова, можно оценить возрастную динамику смертности [8]. В данной работе применен и другой подход к оценке возрастной динамики смертности. В отличие от первого метода аппроксимируются не логарифмы численности в уловах, а непосредственно вычисленные по величинам уловов мгновенные коэффициенты смертности, рассчитанные через отношение численности смежных возрастных групп:

$$Z = -\ln \frac{N_{t+1}}{N_t},$$

где Z – мгновенный коэффициент смертности, N_t и N_{t+1} – численность возрастных классов t и $t+1$. Далее по точечным значениям смертности методом наименьших квадратов находится уравнение, описывающее функцию смертности по возрасту.

Согласно методу аппроксимации кривой улова окуню из первой группы свойственно снижение смертности с возрастом, действительный коэффициент смертности (Φ_z) снижался с 65% в возрасте одного года до 5% в возрасте семи лет (рис. 3). Популяции окуня второй группы характеризуются высокой смертностью в младших возрастах – 89%, далее с возрастом она снижается, достигая своего минимума в четырехлетнем возрасте – 18%, с дальнейшим увеличением возраста растет и смертность, к семи годам действительный коэффициент смертности составил 73%. Окуню третьей группы, согласно методу аппроксимации уло-

вов, свойственно увеличение смертности с возрастом - от 37% в возрастной группе один год до 46% - семь лет.

Несколько иная картина представляется в случае аппроксимации отдельных значений мгновенных коэффициентов смертности, полученных по соотношению численности смежных возрастных групп в улове (рис. 3). Так, для популяций окуня первой группы характерно относительно высокое значение смертности ($\Phi_z=67\%$) в возрастной группе один год, далее с возрастом наблюдалось снижение данного показателя, минимум смертности пришелся на три года и составил 46%, после чего наблюдалось увеличение коэффициентов смертности, в 7 лет этот показатель составил уже 82%.

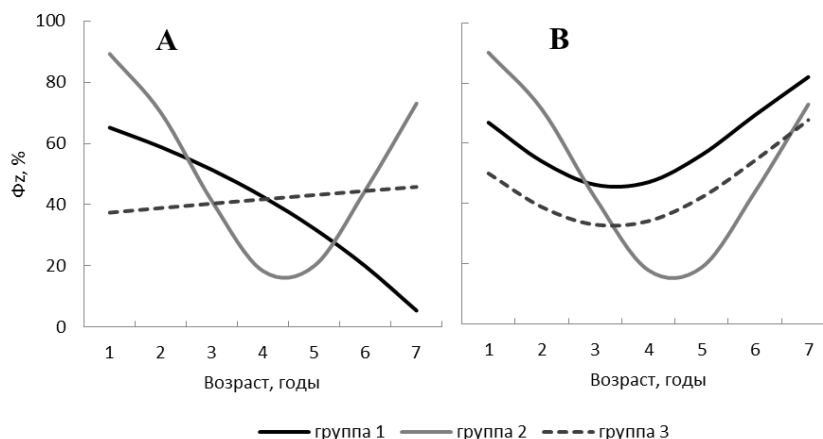


Рис. 3. Возрастная динамика действительных коэффициентов смертности (Φ_z), А- коэффициенты смертности, полученные методом аппроксимации кривой улова, В – результат аппроксимация коэффициентов смертности

Fig. 3. The Age dynamic of mortality coefficient (Φ_z), А- mortality coefficient were obtained by catch curve approximation method, В- result of mortality coefficient approximation

Динамика смертности окуня из второй группы аналогична показателям, полученным методом аппроксимации кривой улова, несколько отличны лишь численные значения. Максимальная смертность наблюдалась в возрасте одного года ($\Phi_z=90\%$), минимальная - в четыре года ($\Phi_z=18\%$), с четырех лет наблюдался рост смертности, в возрасте семи лет она достигла 73%. Возрастная динамика коэффициентов смертности в третьей группе аналогична первой, однако значения коэффициентов в целом ниже. Сначала смертность уменьшается с 50% на первом году жизни, достигая своего минимального значения в три года ($\Phi_z=33\%$), после чего снова наблюдался рост, и к семи годам она уже составляла 68%.

Метод оценки смертности аппроксимацией кривой улова в ряде случаев дает упрощенное представление о динамике смертности, как это было показано для первой и третьей групп популяций окуня. Связано это с тем, что аппроксимируются не непосредственно величины коэффициентов смертности, а численность возрастных групп в улове, изменчивость которых значительно выше, чем изменчивость коэффициентов смертности. Как следствие, особенности динамики смертности в отдельных случаях могут в значительной степени нивелироваться с сохранением лишь общих тенденций. Второй подход в оценке возрастной дина-

мики смертности, примененный в настоящей работе, также не лишен недостатков. Например, если в каких-либо смежных возрастных группах не выполняется условие $N_t > N_{t+1}$, то это ведет увеличению ошибки аппроксимации. Оба метода применимы только для популяции, находящейся в стабильном состоянии. В ряде случаев (для первой и второй группы) ошибка метода аппроксимации кривой улова выше, чем для величин смертности, полученных путем аппроксимации коэффициентов смертности отдельных возрастных групп улова.

Знание закона изменения смертности рыб с возрастом позволяет построить теоретические кривые, описывающие возрастную структуру стабильной популяции (рис. 4).

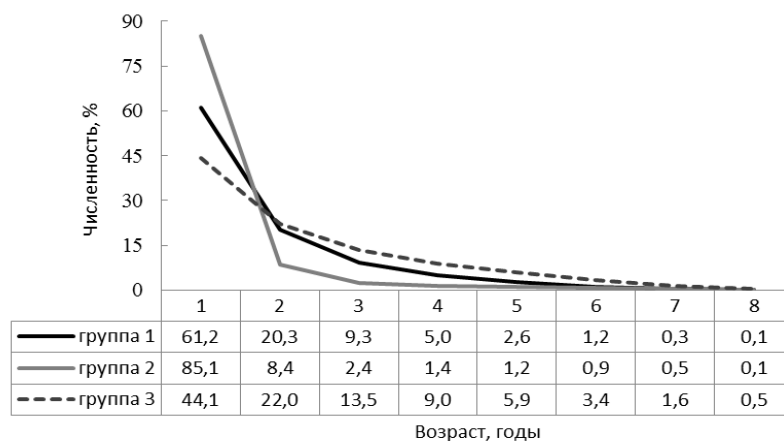


Рис. 4. Возрастная структура популяций окуня

Fig. 4. Age structure of perch population

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенного анализа окуня малых водоемов Калининградской области были выделены группы популяций со схожей размерной и возрастной структурами. Данное обстоятельство позволит в дальнейшем определить модельные популяции по ряду структурно-биологических параметров, что особенно актуально для исследования малых водоемов Калининградской области, так как чаще всего они носят рейдовый характер из-за большого количества водных объектов и ограниченных людских и временных ресурсов, а возможность вести полноценный мониторинг есть только на ограниченном количестве водоемов.

2. Установлено, что в целом для окуня малых водоемов Калининградской области характерно преобладание по численности особей мелких размеров, так, размерные группы 6-12 см в различных группах популяций составляли от 77,1 до 30,6% от общей численности окуня в контрольных уловах. Различия по численности отдельных размерных классов между выделенными группами популяций обусловлены, в основном, динамикой смертности и темпами роста. Средняя длина окуня для первых четырех групп по типу размерной структуры колебалась в пределах от 11 до 15 см. Пятая группа весьма неоднородна, по всей видимости, это связано не только с вышеописанными причинами, но и с малым объемом выборки в силу низкой представленности окуня в уловах.

3. Возрастная структура окуня малых водоемов характеризуется преобладанием младших возрастов, в зависимости от выделенных групп доля особей в возрасте до двух лет составляла от 79,1 до 53,4% от общей численности окуня в контрольных уловах.

4. Выявленная динамика смертности соответствует общебиологическим тенденциям, характерным для рыб. Высокая смертность наблюдалась в младших и старших возрастных группах, минимум смертности приходился на возраст, близкий к возрасту массового полового созревания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Герулайтис, А. Возраст и темп роста окуня (*Perca fluviatilis* L.) залива Куршю-Марес / А. Герулайтис // Труды Карельского отделения ГосНИОРХ. – Петрозаводск, 1967. – Т. 5, Вып. 1. – С. 331 – 334.
2. Луговая, Е. С. Особенности биологии и динамика численности промысловых рыб Вислинского залива / Е.С. Луговая // Экологические и рыбохозяйственные исследования в Вислинском заливе Балтийского моря. – Калининград: АтлантНИРО, 1992. – С. 114 – 116.
3. Луговая, Е.С. Биологическая характеристика окуня Вислинского залива Балтийского моря в 1985 г. / Е.С. Луговая // Интенсификация рыбного хозяйства внутренних водоемов: сб. науч. тр. – Л., 1988. - Вып. 228. – С. 45 – 50.
4. Первые результаты ревизии современного состояния ихтиофауны озер Калининградской области / С.В. Шибаев [и др.] // Инновации в науке и образовании - 2009: VII междунар. науч. конф. (20-22 окт.): материалы / КГТУ. - Калининград, 2009.- Ч.1. - С. 50-51.
5. Шибаев, С.В. Системный анализ в рыбохозяйственных исследованиях / С.В. Шибаев. – Калининград: КГТУ, 2004. - 315 с.
6. Шибаев, С.В. Количественный анализ ихтиоценозов малых озер / С.В. Шибаев, А.В. Соколов // Инновации в науке и образовании – 2011: IX Междунар. науч.конф.: труды. - Калининград, 2011. - Ч.1. - С. 40-41
7. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: пер. с англ./ Дж.-О. Ким [и др.]; под ред. И.С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215с.
8. Шибаев, С.В. Классификация методов оценки смертности рыб во внутренних водоемах / С.В. Шибаев // Исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоемах в начале XXI века: сб. науч. тр. – СПб. – М.: КМК, 2007. – Вып. 337. - С. 3-35.

AGE AND LENGTH STRUCTURE OF PERCH FROM SMALL WATER-BODIES OF KALININGRAD REGION

P.N. Baranovskiy

Age and length structure of 20 small waterbodies of Kaliningrad region were analyzed. The classifications of perch population in accordance with their age and length structure of catches were produced. Typical values of structural parameters for each type of population were calculated. Also age dynamics of mortality were investigated.

perch, age and length structure, mortality