

УДК 639.2.065(268.41)

**ОТНОШЕНИЕ ОБХВАТОВ К ДЛИНЕ У НЕКОТОРЫХ РЫБ
БАРЕНЦЕВА МОРЯ И СЕЛЕКТИВНОСТЬ ТРАЛОВЫХ КУТКОВ****В. П. Шестов**

При оценке уловистости обьечаивающих сетей и отсева рыбы кутками важно знать величины отношения оперкулярного и максимального обхватов тела к длине рыбы. Г. Фарран [16] считает, что между обхватом тела рыбы позади жаберных крышек и максимальным обхватом существует промежуточный, который и соответствует эффективным пределам улавливания рыбы. Справедливо поэтому указание Исидо Масао [12], что наиболее правильно рассматривать селективность не по отношению к длине тела, а по отношению к определенной части тела рыбы, к определенному ее обхвату. Рыб с сильно развитыми отростками на челюстных костях или имеющих зазубренные лучи плавников [6] следует рассматривать особо.

Имеющиеся в литературе данные по этому вопросу относятся к сельдям Северной Атлантики [4, 7], к треске и пикше Новой Шотландии [15] и Новой Англии [14], к пикше и окуню-клювачу Большой Ньюфаундлендской банки [8, 9], а также к некоторым видам пресноводных рыб водоемов СССР [3]. Данные по отношению обхватов к длине у трески, пикши и окуня-клювача Баренцева моря публикуются впервые.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для данной статьи послужили измерения абсолютной длины (L) и максимальных обхватов тела (S_2) у 198 экз. трески и 279 экз. пикши, осуществленные на Мурманской банке в декабре 1960 г. при проведении опытов по селективности двухрядного капронового мешка с ячейей 93 мм. В марте 1961 г. при проведении в этом же районе опытов по селективности двухрядных манильских мешков с ячейей 111, 118 и 129 мм у 1288 экз. трески и 634 экз. пикши были измерены L , S_2 и оперкулярный обхват тела (S_1). При определении селективности двухрядных манильских мешков с ячейей 116 и 130 мм в отношении окуня-клювача в районе банки Копытова в апреле 1961 г., L и S_2 были измерены у 720 самцов и 117 самок¹. В феврале 1963 г. при исследованиях

¹ Материал по окуню-клювачу собрали невыборочным методом. Приблизительное соотношение самцов и самок в уловах было 6:1, чем и объясняется существенная разница в числе измерений интересующих нас величин у самцов и самок. К концу апреля большинство самок закончило вымет личинок.

селективной способности двухрядных мешков из капрона с ячейей 100 мм и манильского мешка с ячейей 120 мм в районе о-ва Медвежьего L , S_2 были измерены у 416 экз. трески.

При проведении опытов применяли метод покрытия кутка. Обхваты и длину измеряли у рыб, задержанных кутком, и у особей, ускользнувших в покрытие. Длину измеряли на мерной доске от конца закрытого рта (включая клювик у окуня) до конца хвостового плавника с точностью до 1 см. Соответствующие обхваты тела измеряли эластичной линейкой с точностью до 1—2 мм. Рыбу измеряли несколько наблюдателей немедленно после вылова.

У рыб с относительно пологим и равномерным подъемом спины (треска, пикша, сельдь и т. п.), у особей одной размерной группы величина S_2 значительно варьирует в зависимости от упитанности, зрелости половых продуктов и особенно от степени наполнения пищевого тракта [6]. Интенсивность питания рыб в декабре 1960 г. и марте 1961 г. выражалась близкими величинами: средний балл наполнения желудков у пикши в обоих случаях был близок к величине 1,35, а у трески колебался в пределах 1,45—1,60. Мы считаем полученные данные достаточными для сравнения.

ЗАВИСИМОСТЬ ОБХВАТОВ РЫБ ОТ ИХ ДЛИНЫ

Средние величины обхватов S_1 и S_2 у рыб каждого размера выражали в процентах длины тела. Были рассмотрены все частные случаи изменений средних обхватов при различной длине у трех исследованных видов рыб по результатам измерений отдельно у рыб, задержанных и пропущенных ячейей того или иного опытного кутка. Во всех случаях эта зависимость графически близка к прямолинейной и хорошо может быть выражена прямыми линиями, не проходящими через начало координат. Эту зависимость можно выразить формулой, отвечающей в каждом отдельном случае той или иной прямой линии:

$$S_{1,2} = a_0 + a_1 L \text{ см},$$

где a_0 и a_1 — неизвестные параметры этой зависимости.

Расчет уравнений выборочных регрессий обхватов на длину рыбы по данной формуле производился по методике, описанной Дж. У. Снедекором [13].

Заметим, что приведенные ниже значения S_1 , S_2 и рассчитанные формулы справедливы только для рассматриваемых сезонов и районов Баренцева моря.

Величина отношения S_1 и S_2 к длине тела у различных особей трески, пикши и окуня-клювача варьирует в значительных пределах. У трески Мурманской банки S_1 колеблется от 40,0 до 54,1%, а соответствующие S_2 — от 41,9 до 57,7%. У пикши Мурманской банки значения S_1 колеблются от 44,3 до 50,7%, а S_2 — от 46,2 до 56,2%. У трески района о-ва Медвежьего пределы колебаний S_2 более узки — от 41,9 до 52,2%. У окуня-клювача района банки Копытова S_2 у самцов колеблется от 60,0 до 71,9%, у самок — от 63,4 до 73,8%.

Полученные нами уравнения для общих регрессионных линий средних S_1 и S_2 у трески Мурманской банки имеют вид:

$$S_1 (\%) = 44,320 + 0,005 L \text{ см};$$

$$S_2 (\%) = 47,680 - 0,005 L \text{ см}.$$

Выборочные коэффициенты корреляции для общих проб в обоих случаях близки к нулю ($r_{S_1} = 0,046$ и $r_{S_2} = -0,037$), т. е. для всего исследованного размерного ряда трески (30—81 см) Мурманской банки отношение средних S_1 и S_2 к длине рыбы остается почти постоянным (рис. 1). Величины S_2 превышают соответствующие величины S_1 в среднем на 3,0—3,7%.

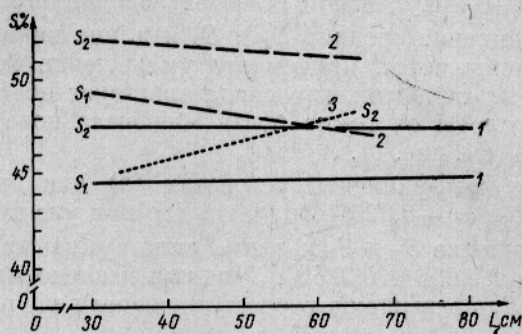


Рис. 1. Линии регрессии обхватов S_1 и S_2 по длине трески (1) и пикши (2) Мурманской банки и обхвата S_2 по длине трески района о-ва Медвежьего (3).

Интересно отметить, что у трески района о-ва Медвежьего отношение средних S_2 к длине тела по мере роста рыбы увеличивается с каждым сантиметром на 0,098% (рис. 1). Уравнение регрессии в данном случае имеет вид:

$$S_2 (0/0) = 41,824 + 0,098 L \text{ см}, \quad r = 0,383.$$

Мелкая треска района о-ва Медвежьего по сравнению с треской Мурманской банки более прогониста, но уже при достижении (в среднем) длины 57—59 см ее максимальные обхваты начинают превышать

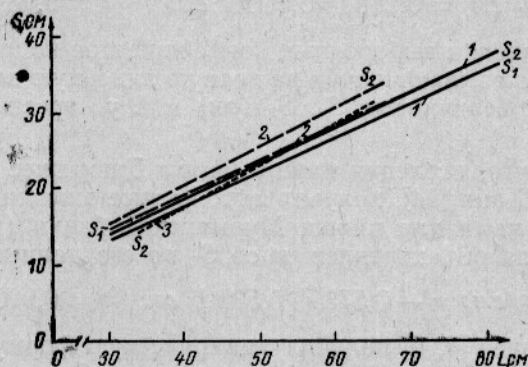


Рис. 2. Линии регрессии обхватов S_1 и S_2 по длине трески (1) и пикши Мурманской банки (2) и обхвата S_2 по длине трески района о-ва Медвежьего (3).

максимальные обхваты трески Мурманской банки одной с ней размерной группы (рис. 1 и 2).

Для пикши Мурманской банки полученные нами уравнения имеют вид:

$$S_1 (\%) = 51,144 - 0,063 L \text{ см};$$

$$S_2 (\%) = 52,780 - 0,025 L \text{ см}.$$

Выборочные коэффициенты корреляции соответственно равны $r_{S_1} = -0,557$ и $r_{S_2} = -0,148$, т. е. для всего исследованного размерного ряда (30—66 см) отношение средних S_1 и S_2 к длине пикши с увеличением длины рыбы уменьшается, причем это уменьшение более существенно для оперкулярных обхватов, что свидетельствует об отставании темпа роста обхвата головы от темпа роста максимального обхвата тела с возрастом рыбы (см. рис. 1).

Выборочные коэффициенты регрессии (b) для данных регрессий ($b_{S_1} = -0,063$ и $b_{S_2} = -0,025$) означают, что при увеличении длины пикши на 1 см отношение S_1 и S_2 к длине тела уменьшается в среднем соответственно на 0,063 и 0,025%. У пикши исследованного размерного ряда величины S_2 превышают соответствующие величины S_1 в среднем на 3,8—4,5%.

Выражая S_1 и S_2 в абсолютных единицах измерения (см), уравнения для общих регрессионных линий зависимости средних обхватов от длины тела будут иметь вид:

для трески Мурманской банки

$$S_1 (\text{см}) = -0,217 + 0,452 L \text{ см}; \quad r = 0,992;$$

$$S_2 (\text{см}) = 0,085 + 0,472 L \text{ см}; \quad r = 0,988;$$

для трески района о-ва Медвежий

$$S_2 (\text{см}) = -2,479 + 0,517 L \text{ см}; \quad r = 0,978;$$

для пикши Мурманской банки

$$S_1 (\text{см}) = 1,220 + 0,455 L \text{ см}; \quad r = 0,972;$$

$$S_2 (\text{см}) = 0,268 + 0,510 L \text{ см}; \quad r = 0,989.$$

Высокие значения выборочных коэффициентов корреляции для всех пяти регрессий указывают почти на точную линейную зависимость между переменными величинами S_1 , S_2 (см) и L у трески и пикши (см. рис. 2).

Интересно, что, исследуя пикшу банки Джорджес и залива Мэн, Джеймс А. МакКанн [14], получил абсолютные значения S_2 , близкие к S_2 , полученным нами для пикши Мурманской банки (рис. 3). Уравнение регрессии для объединенных проб S_2 по его данным имеет вид:

$$S_2 (\text{см}) = -0,573 + 0,535 L \text{ см}; \quad r = 0,990.$$

В. И. Толмачев [8, 9] получил эмпирическую формулу зависимости S_2 от длины пикши Большой Ньюфаундлендской банки

$$S_2 (\text{см}) = 0,483 L \text{ см}.$$

Вычисленные по этой формуле значения S_2 для всего интересующего нас размерного ряда показывают, что пикша Большой Ньюфаундлендской банки более прогониста, чем пикша Мурманской банки, и по темпу увеличения S_2 с ростом рыбы заметно отстает от последней (см. рис. 3).

Для всего исследуемого размерного ряда окуня-клювача района банки Копытова (24—45 см) отношение S_2 к длине тела у самцов и са-

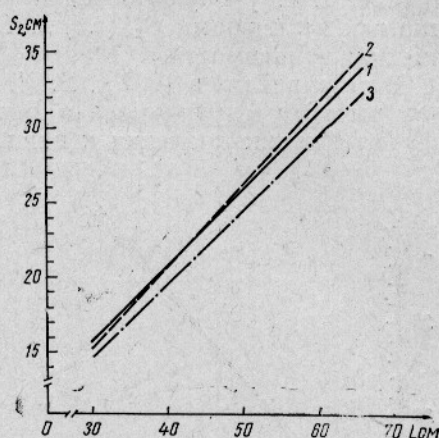


Рис. 3. Линии регрессии максимальных обхватов (в см) по длине пикши: 1 — Мурманской банки; 2 — банки Джорджем и залива Мэн; 3 — Большой Ньюфаундлендской банки;

мок с ростом рыбы увеличивается: у самцов на 0,158% и у самок на 0,173% длины тела при увеличении длины на 1 см (рис. 4). Уравнения регрессий в данном случае имеют вид:

для самцов

$$S_2 (‰) = 61,380 + 0,158 L \text{ см}; \quad r = 0,514,$$

или

$$S_2 (\text{см}) = -1,726 + 0,720 L \text{ см}; \quad r = 0,995;$$

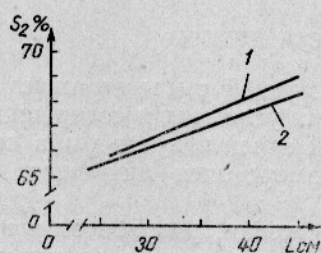


Рис. 4. Линии регрессии максимального обхвата по длине окуня-клювача банки Копытова:

1 — самок; 2 — самцов.

для самок

$$S_2 (‰) = 61,282 + 0,173 L \text{ см}; \quad r = 0,523,$$

или

$$S_2 (\text{см}) = -2,365 + 0,743 L \text{ см}; \quad r = 0,993.$$

Уравнения для суммарных регрессий средних S_2 самцов и самок окуня-клювача

$$S_2 (‰) = 60,721 + 0,182 L \text{ см}; \quad r = 0,592,$$

или

$$S_2 (\text{см}) = -2,133 + 0,734 L \text{ см}; \quad r = 0,996.$$

У окуня-клювача одной размерной группы разница в средних у самцов и самок для всего исследованного размерного ряда не превышает 0,3—0,6% длины тела, поэтому мы считаем возможным объединить их средние значения и привести суммарные уравнения регрессий

S_2 по длине рыбы. Значения выборочных коэффициентов корреляции абсолютных значений S_2 по длине рыбы во всех трех случаях близки к единице, т. е. у окуня-клювача района банки Копытова между переменными величинами S_2 (см) и L рыбы, наблюдается почти полная линейная зависимость.

В двух рейсах в 1962 г. В. И. Толмачев измерял S_2 (независимо от пола рыбы) у окуня-клювача Большой Ньюфаундлендской банки. Он получил близкие значения к нашим суммированным средним самцов и

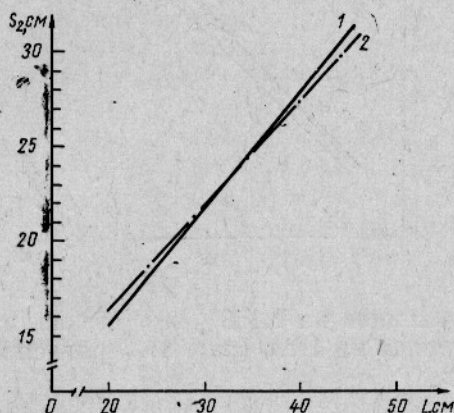


Рис. 5. Линии регрессии максимальных обхватов (в см) по длине окуня-клювача:
1 — района банки Копытова; 2 — Большой Ньюфаундлендской банки.

самок (рис. 5). Эмпирическая формула зависимости S_2 и L окуня-клювача [9] имеет вид:

$$S_2(\text{см}) = 0,673 L \text{ см.}$$

СЕЛЕКТИВНОСТЬ КУТКОВ

Отношение между обхватами и длиной рыбы отражает в какой-то степени темп роста рыбы в различных условиях и совершенно не зависит от того, каким тралом и с какой ячеей в кутке рыба поймана. Но куток только при определенном размере ячеи начинает улавливать рыбу.

Ссылаясь на теоретические положения, разработанные Ф. И. Барановым [1] и В. В. Шулейкиным [11], а также на экспериментальные данные Р. Штейнберга [17], В. И. Толмачев [8, 9] указывает, что усилие (N), развиваемое рыбой при прохождении через ячею, можно принять равным весу рыбы. В. И. Толмачев приводит также эмпирические формулы зависимости S_2 и веса (G) рыбы для пикши и окуня-клювача Большой Ньюфаундлендской банки:

$$S_2(\text{пикши}) = 4,436 G^{0,237};$$

$$S_2(\text{окуня}) = 2,133 G^{0,37}.$$

Чем больше S_2 , тем больше G и N рыбы. Рыбе не приходится затрачивать усилие, если она свободно проходит сквозь ячею кутка. Однако чем больше S_2 приближается к периметру ячеи, тем большее усилие N необходимо затратить рыбе, чтобы раздвинуть нити ячеи и ускользнуть. При достижении определенной величины S_2 фактического усилия, которое может развивать рыба для выхода из трала, оказывается недостаточно, и она остается в кутке. В. И. Толмачев [9] отмечает, «...что вес рыб, запас усилия которых равен нулю (запас усилия — разница

между фактическим и необходимым усилием), почти полностью входит в состав улова, а те, у которых он равен 100%, почти не остается в улове».

Следовательно, у рыб одной размерной группы особи с большим максимальным обхватом обычно будут улавливаться кутком, в то время как особи с меньшим максимальным обхватом будут ускользать сквозь ячей.

На рис. 6 и 7 графически представлены выборочные регрессии S_2 по длине рыбы, рассчитанные по данным измерений S_2 и L у трески и пикши исследуемых районов отдельно из кутка и покрытия.

Как видно из графиков (см. рис. 6), у трески и пикши величина отсева в мелкоячеистых кутках в пределах одной размерной группы рыбы определяется различием в S_2 у отдельных особей, на что ранее указывал А. И. Трещев [10]. Чем крупнее рыба, тем эта разница больше. В опытных кутках у трески и пикши, улавливаемой на 50%, эта разница в среднем составляет 1,0—1,5%.

Однако при лове трески и пикши крупноячеистыми кутками величина отсева в пределах одной размерной группы рыбы, имеющей длину, меньшую 50% точки улавливания, видимо, определяется не столько различиями в S_2 , сколько различной подвижностью отдельных особей в кутке. И только у более крупной рыбы разница в S_2 у отдельных особей одной размерной группы становится определяющим фактором величины отсева кутком (рис. 7, а и в).

При большой неравномерности ячеи и большом числе ячеи в кутке фактором, определяющим величину отсева рыбы, видимо, нужно считать различную подвижность отдельных особей в пределах одной размерной группы рыбы (рис. 7, б и г). Неравномерность ячеи кутка, вычисленная

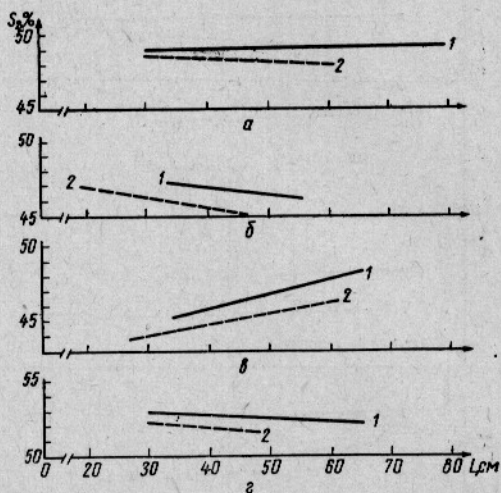


Рис. 6. Линии регрессии максимальных обхватов трески (а, б) и пикши (в) Мурманской банки, трески района о-ва Медвежьего (г) по длине рыбы, задержанной кутком (1) и ускользнувшей из него (2), по результатам испытаний:

а — двухрядного манильского кутка с ячеей 111 мм; б — двухрядного капронового кутка с ячеей 93 мм; в — двухрядного капронового кутка с ячеей 100 мм с полукутком из той же дели; г — двухрядного манильского кутка с ячеей 111 мм.

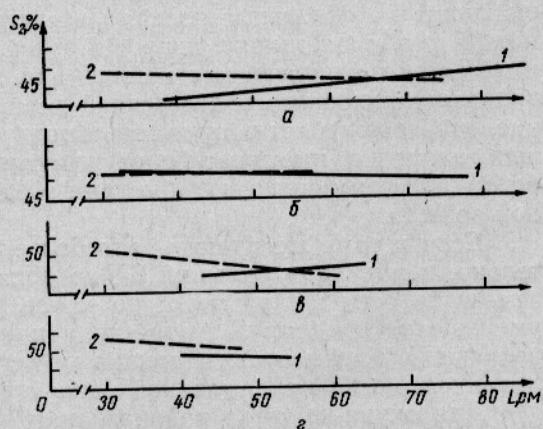


Рис. 7. Линии регрессии максимальных обхватов трески (а и б) и пикши (в и г) Мурманской банки по длине рыбы, задержанной кутком (1) и ускользнувшей из него (2), по результатам испытаний:

а и в — двухрядного манильского кутка с ячеей 129 мм; б и г — двухрядного манильского кутка с ячеей 118 мм.

по формуле Зоммера, равнялась 15,3%. В марте 1961 г. зимующие на Мурманской банке треска и пикша откармливались мойвой, эвфаузидами. Наиболее подвижной рыбой в кутке была самая упитанная рыба.

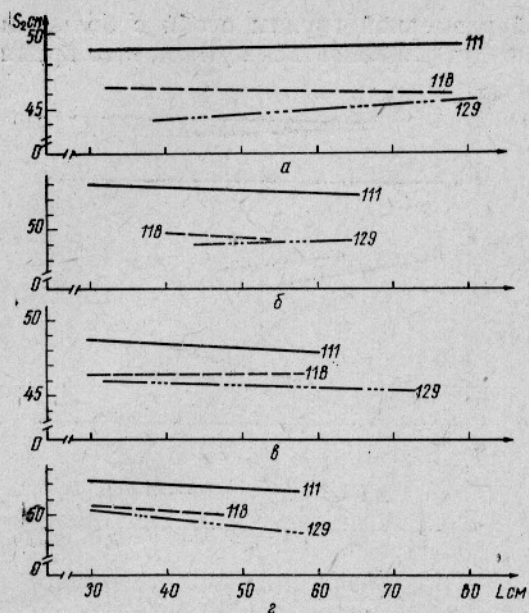


Рис. 8. Линии регрессии максимальных обхватов (в % к длине тела) по длине рыбы, полученные по результатам измерений у трески (а и в) и у пикши (б и г) из кутка (а и б) и покрытия (в и г) при проведении опытов по селективности манильских мешков с ячейей 111, 118 и 129 мм на Мурманской банке.

При сравнении S_2 у трески и пикши Мурманской банки, полученных при проведении испытаний двухрядных мешков из манилы с ячейей 111, 118 и 129 мм, отмечено, что с увеличением размера ячеей в кутке средние S_2 у рыбы одной размерной группы, как у особей, оставшихся в кутке, так и у рыбы, ускользнувшей из него, заметно уменьшаются (рис. 8).

Попытаемся объяснить этот факт. Разбирая поведение ставриды у трала, В. В. Выскребенцев [2] отмечает: «Повышенная активность ставриды в предтраловом пространстве, ее поисковые движения свидетельствуют о том, что рыба обнаруживает приближающуюся опасность задолго до подхода устья трала, однако, видимо, она не в состоянии установить направление и степень опасности...

Большой косяк, на наш взгляд, способен воспринимать как конкретную опасность не отдельные части, а весь трал в целом...» К. Г. Константинов [5], разбирая этот же вопрос в отношении донных рыб, а также преимущества крупноячейных мешков при облове тресковых пишет: «...По-видимому, мешок из более редкой дели встречает меньшее сопротивление, слабее колеблет воду и меньше отпугивает рыбу. Мелкоячейный мешок, напротив, вызывает более ощутимые колебания водной среды, благодаря чему сильные и быстрые экземпляры успевают уйти от опасной зоны...».

Если к тому же принять, что более накормленная рыба, а следовательно, и имеющая больший S_2 , до попадания в трал менее подвижна, чем рыба того же размера, но менее накормленная, то тогда факт уменьшения средних S_2 у трески и пикши одной размерной группы с увеличением размера ячеей мешка может быть объяснен большим улавливанием менее накормленной рыбы мешками с более крупной ячейей.

Для окуня-клювача района банки Копытова значения S_2 у самцов и самок одной размерной группы из кутка и покрытия в обеих сериях испытаний оказались почти совпадающими (рис. 9). Учитывая высокотелость окуня-клювача и особенно то, что он в значительной мере цепляется за сетное полотно сильно развитыми отростками челюстных костей и костными лучами плавников, нужно считать, что в опытных кутках величина отсева рыбы в пределах одной размерной группы у самцов и самок определяется не различием в S_2 , а различной подвижностью отдельных

особей и связанной с ней различной возможностью возврата рыбы из покрытия в куток.

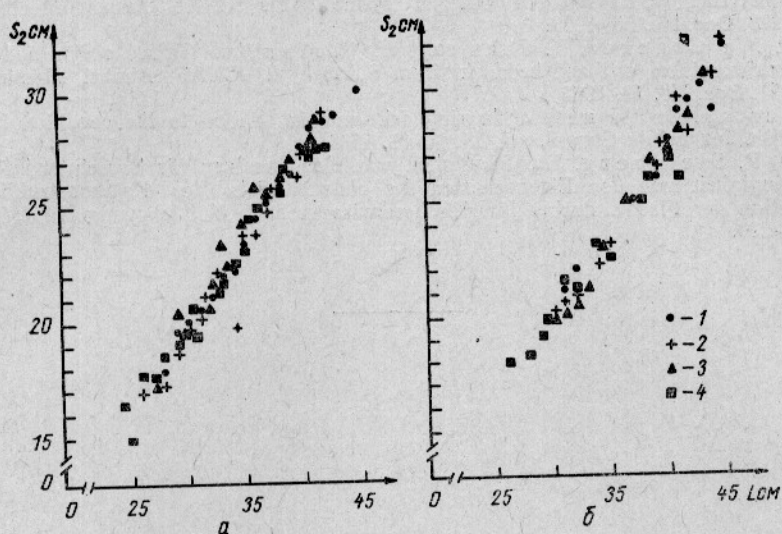


Рис. 9. Величина максимальных обхватов у самцов (а) и самок (б) окуня банки Копытова:

1 — задержанных кутками с ячеей 116 мм; 2 — пропущенных кутками с ячеей 116 мм; 3 — задержанных кутками с ячеей 130 мм; 4 — пропущенных кутками с ячеей 130 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов Ф. И. Техника промышленного рыболовства. Пищепромиздат, 1960.
2. Выскребенцев Б. В. Наблюдения за работой рыболовных тралов в Черном море. Труды Океанографической комиссии АН СССР. Т. 14, 1962.
3. Денисов Л. И. Возрастные изменения соотношения обхватов рыб к их длине. «Вопросы ихтиологии». Т. I. Вып. 2 (19), 1961.
4. Засосов А. В. Изучение зависимости между размером ячеей и ловимой ею рыбы. Труды Калининградского рыбвтуза. Вып. 11, 1960.
5. Константинов К. Г. Преимущество крупноячейного трала при облове ровной и крупной рыбы. Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна. Сб. № 1. Мурманск, 1963.
6. Никольский Г. В. и Белянина Т. Н. Влияние отбирающего действия обьячеивающих орудий лова на качественный состав облавливаемой популяции рыб. Известия АН СССР, серия биологии. Вып. 6, 1959.
7. Пятерикин Н. К. Упрощенный метод определения размера ячеей дрейферных сетей при лове сельди в Северной Атлантике. «Рыбное хозяйство», 1958, № 4.
8. Толмачев В. И. К вопросу определения предельной длины рыб, полностью удерживаемых отеживающим орудием лова. Опыт применения математических методов в рыбохозяйственных исследованиях. Калининград, 1963.
9. Толмачев В. И. К вопросу селективности траловых кутков. Опыт применения математических методов в рыбохозяйственных исследованиях. Калининград, 1963.
10. Трещев А. И. Результаты советских исследований 1959 г. по селективности тралов для лова арктической трески и пикши. Бюллетень научной информации ВНИРО, 1960, № 7.
11. Шулейкин В. В. Физика моря. Изд-во АН СССР, 1953.
12. Исидо Масао. Кривая селективности жаберной сети и ее определение. Бюллетень научной информации ВНИРО, 1961. № 10.

13. Дж. У. Снедекор. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. М., Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1961.
 14. James A. Mc Cann. Relationship of Length to Girth of Cod and Haddock from Georges Bank (5Z) and the Gulf of Maine (5Y). ICNAF Annual Meeting, Ser. No. 998, Doc. No. 55, 1962.
 15. F. D. Mc Cracken, Y. Jean and W. R. Martin. Girth, length and weight measurements of cod and haddock from Subarea 4. ICNAF Annual Meeting, Ser. No 951. Doc. No. 13, 1962.
 16. G. Farran. On the mesh of herring drift-nets in relation to the condition factor of the fish. *Journal du Conseil*, vol. XI, No. 1, 1936.
 17. Von R. Steinberg. Die Fangigkeit von Keimnetzen für Barsch und Plötze in Abhängigkeit von den Eigenschaften des Netzmaterials, der Netzkonstruktion und Reaction der Fische. *Archiv für Fischereiwissenschaft*. K. Jahrgang 1961, Heft 3, 173—230.
-