

597.583 (262.54)

К ОЦЕНКЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ СМЕРТНОСТИ АЗОВСКОГО СУДАКА

Е. Г. БОЙКО

Одной из основных задач, стоящих перед исследователями в области прикладной ихтиологии, является определение оптимальной интенсивности лова. Однако решение этого важного вопроса крайне затруднительно из-за отсутствия надежных данных о нормах естественной убыли рыб.

Не зная, каковы естественная смертность рыбы и прироста веса в разном возрасте и каков ее предельный возраст, нельзя решить и вопроса о том, с какой интенсивностью и с какого возраста следует вылавливать данную рыбу, чтобы улов ее по весу (а не по счету) был наибольшим из возможных.

Но если получение данных о годовых приростах веса рыб не представляет никаких затруднений, то оценить величину естественного отхода рыбы несравненно сложнее и попытки, неоднократно предпринимавшиеся в этом направлении [10, 11, 12 и др.], нельзя считать вполне удовлетворительными.

Не решена эта задача и П. В. Тюриным [7]. Коэффициенты естественной смертности, приводимые в его работе, весьма условны, потому что они получены не на основании фактических данных о предельном возрасте рыб, а путем подсчетов, основанных на теории вероятности и не учитывающих биологических особенностей рыб. Предельный возраст судака, по П. В. Тюрину, — 21 год. А между тем, судак такого возраста нигде и никогда в уловах не встречался и, если судить по палеоихтиологическим данным [5, 8], не было его и тысячелетия тому назад, когда интенсивность рыболовства была чрезвычайно слабой.

Кроме того, П. В. Тюрин принимает одни и те же коэффициенты для всех возрастов, тогда как на самом деле размеры естественной смертности в разном возрасте далеко не одинаковы.

Основное препятствие в определении норм естественной убыли промысловых рыб, в том числе судака — интенсивный промысел, нарушающий естественное соотношение возрастных групп в стаде. Не зная этого соотношения, нельзя судить и о величине естественного отхода в разном возрасте, в частности, о смертности взрослого судака «от старости».

Все данные о возрастном составе стада судака, которыми мы до сего времени располагали, относились к периоду, когда его интенсивно вылавливали: численность поколения судака на третьем-четвертом годах жизни, т. е. за два года, уменьшалась в среднем на 80%.

При таком положении определить размеры убыли от естественной смертности невозможно.

Высокая интенсивность лова затрудняла и суждение о предельном возрасте судака. Отсутствие в уловах очень старых судаков объяснялось исключительно влиянием промысла [9]. На самом деле это не совсем так. Последние двадцать лет возраст рыб определяют по спилам плавников, что исключает возможность ошибочного подсчета годовых колец. Несмотря на то что за это время сделаны сотни тысяч определений возраста судака, рыб старше 17 лет ни разу обнаружить не удалось. Из этого можно заключить, что указанный возраст является для судака предельным. Это подтверждается и определениями возраста древнего судака.

Для суждения о том, каков может быть возрастной состав стада судака при отсутствии промысла, мы воспользовались определениями возраста, сделанными по остаткам судака из археологических и других раскопок.

Основным источником этих сведений послужила интересная работа В. Д. Лебедева [5].

✓ Поскольку возраст ископаемого судака определяли по остаткам, давность которых исчисляется многими столетиями, тысячелетиями, а в отдельных случаях даже сотнями тысяч лет, мы вправе считать, что эти остатки характеризуют возрастной состав необлавливаемой популяции судака: промысла тогда практически не существовало.

Лов рыбы в те времена (период, предшествующий XIV—XV вв.), был, несомненно, настолько слабым, что не мог оказывать заметного влияния на численность, а следовательно, и на возрастной состав судака.

Влияние рыболовства стало сказываться на возрастном составе рыб европейской части СССР, по мнению В. Д. Лебедева [5], с XVII — начала XVIII вв., азовское же рыболовство интенсивно развивалось с конца XVIII — начала XIX вв.

МАТЕРИАЛ

✓ Оценка естественной смертности судака сделана на основании 544 определений возраста древнего судака. Для суждения о темпе его роста послужили данные 736 расчислений длины тела.

✓ Материал распределяется таким образом: 407 определений возраста и 165 длины сделаны по остаткам, найденным при раскопках на реках Десне, Волхове, Оке, Каме, Немане, т. е. относятся к судаку из центральной части СССР. Эти остатки датируются III—II вв. до н. э. — X—XIV вв. н. э.

Данные о судаке, жившем в древности на Дону и Кубани, несколько более ограничены (137 определений возраста и 571 длины).

Остатки этого судака найдены на нижнем Дону в отложениях на границе третичного и четвертичного периодов (3 определения возраста), в хозарских отложениях того же нижнего Дона, давность образования которых исчисляется сотнями тысячелетий (65 определений), в дельте Дона при раскопках древнего города Танаис, относящихся ко II—I вв. до н. э. (6 определений возраста), в Керченском проливе при раскопках Пантикапеи, относящихся к IV в. до н. э. — IV в. н. э. (2 определения возраста), в дельте Кубани при раскопках Чумяного реданта, в Приморско-Ахтарском районе у села Некрасовка (61 определение возраста) — эти остатки датируются II—III вв. н. э. (табл. 1).

Последние определения возраста относятся к судаку, обитавшему в дельте Кубани — основном месте судачьего промысла и в настоящее время. Остатки судака из нижнечетвертичных и хозарских отложений найдены между станицами Мариинской и Романовской и выше, в местах, занятых сейчас Цимлянским водохранилищем, т. е. в той

Возрастной состав судака из археологических и других раскопок, шт.

10—2419

Место раскопок	Время раскопок	Материал	Возраст												Итого	По данным
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Нижний Дон, балка Кривская	Конец третичного — начало четвертичного периода	Позвонки	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3	В. Д. Лебедева (1960, стр. 164)
Нижний и средний Дон	Хозарские отложения	Позвонки и basioccipitale	2	—	7	16	10	10	10	4	3	—	2	1	65	В. М. Макушка по В. Д. Лебедеву (1960, стр. 248)
Танаис (дельта Дона)	II—I вв. до н. э.	Чешуя и позвонки	—	—	—	1	2	2	—	1	—	—	—	—	6	Е. А. Цепкина (1961)
Пантикапея (Керченский пролив)	IV в. до н. э. IV в. н. э.	Кости	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	2	В. Д. Лебедева (1960, стр. 266)
Чумяный редант (Приморско-Ахтарский р-н, дельта Кубани)	II—III вв. н. э.	Чешуя	—	5	25	25	5	1	—	—	—	—	—	—	61	Ю. Е. Лапина по В. Д. Лебедеву (1960, стр. 278)
Итого, % . . .			1,4	3,6	24,8	31,4	13,2	9,5	7,3	3,6	2,9	—	1,5	0,8		

145

Продолжение

Место раскопок	Время раскопок	Материал	В о з р а с т												Итого	По данным
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Городище Селище (р. Десна)	III—II вв. до н. э.	Чешуя	—	—	—	—	1	—	2	—	1	1	—	—	5	В. Д. Лебедева (1960, стр. 296)
Городище Песочный Ров (р. Десна)	II—IV вв. н. э.	То же	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—	—	3	В. Д. Лебедева (1960, стр. 296)	
Старая Ладога (р. Волхов)	VII—X вв. н. э.	Чешуя и кости	—	3	7	9	7	2	5	2	4	3	4	4	50	В. Д. Лебедева (1960, стр. 57)
Городище Быстринское (р. Десна)	VIII—IX вв. н. э.	Чешуя	1	11	28	62	63	55	32	26	10	11	5	1	305	В. Д. Лебедева (1960, стр. 297)
Городище Трубчевское (р. Десна)	X—XII вв. н. э.	То же	—	1	3	2	3	3	1	2	1	—	—	16	В. Д. Лебедева (1960, стр. 297)	
Старая Рязань (р. Ока)	XI—XIII вв. н. э.	„	1	—	2	—	5	3	1	—	4	—	—	16	В. Д. Лебедева (1960, стр. 331)	
Городище Роданово (р. Кама)	X—XIV вв. н. э.	Позвонки	—	—	—	1	2	2	2	—	1	—	—	8	Н. Н. Тихомирова по В. Д. Лебедеву (1960, стр. 341)	
Древняя крепость Гродно (р. Неман)	VIII—XIV вв. н. э.	То же	—	—	1	—	2	1	—	—	—	—	—	4	В. А. Матюшкина по В. Д. Лебедеву (1960, стр. 157)	
Итого, % . . .			0,5	3,7	10,1	18,2	20,9	16,2	10,6	7,6	5,2	3,7	2,2	1,1		

части нижнего Дона, куда приходил на нерест и ныне живущий полупроходной судак.

Поскольку нормы естественной смертности определяются биологическими особенностями данного вида и зависят от условий его обитания, мы можем судить о естественной смертности ныне существующего судака, ориентируясь на возраст незатронутого промыслом древнего стада.

По В. Д. Лебедеву [5], условия существования древнего судака мало чем отличались от современных, а потому мы вправе считать, что и нормы естественной убыли судака в настоящее время существ-

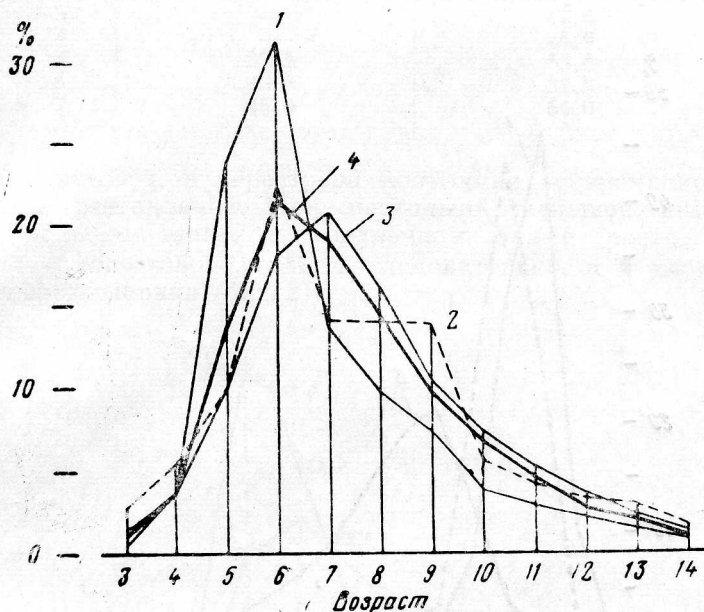


Рис. 1. Возрастной состав судака из археологических и других раскопок:
1 — бассейн Дона и Кубани (137 шт.); 2 — только хозарские отложения нижнего Дона (65 шт.); 3 — реки центральной зоны европейской части СССР (407 шт.); 4 — палеоихтиологические данные (суммарная кривая — 544 шт.).

венно не изменились. Даже в те отдаленные времена, когда образовывались хозарские отложения, климатические условия Приазовско-Донской низменности были близкими к современным.

Нормы естественной убыли судака из водоемов центрального района СССР, очевидно, должны быть несколько иными, чем у обитающего южнее, в частности в низовьях Дона и Кубани. Но, судя по имеющемуся материалу, эти различия у древнего судака были невелики.

Как видно из рис. 1, различия в соотношении возрастных групп, например, судака из хозарских отложений нижнего Дона и обитавшего в реках центральной зоны, незначительны и, по-видимому, объясняются в основном неравноценностью полученного материала (65 определений возраста в первом случае и 407 — во втором).

Поэтому мы для характеристики норм естественной убыли необлавливаемого стада судака принимаем суммарную кривую возрастного состава, построенную на основании всех сделанных определений возраста (544) древнего судака, независимо от места его нахождения.

ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ СТАДА ДРЕВНЕГО СУДАКА

Меньше всего в древних уловах судака было трехгодовиков — 0,7%. Четырехгодовиков насчитывалось уже несколько больше — 3,7%. Еще чаще встречались пятигодовики — 13,8%, а преобладающей возрастной группой были шестигодовики — 21,5% (табл. 1 и рис. 1). Остальные возрастные группы располагались по убывающей: семигодовиков было меньше, чем шестигодовиков, восьмигодовиков — меньше, чем семигодовиков и т. д. На четырнадцатигодовиков приходился в среднем 1%. Это свидетельствует о том, что возраст 14 лет не являлся для древнего судака предельным. Отсутствие в палеоихтиологических сборах судака старше 14 лет объясняется, очевидно, ошиб-

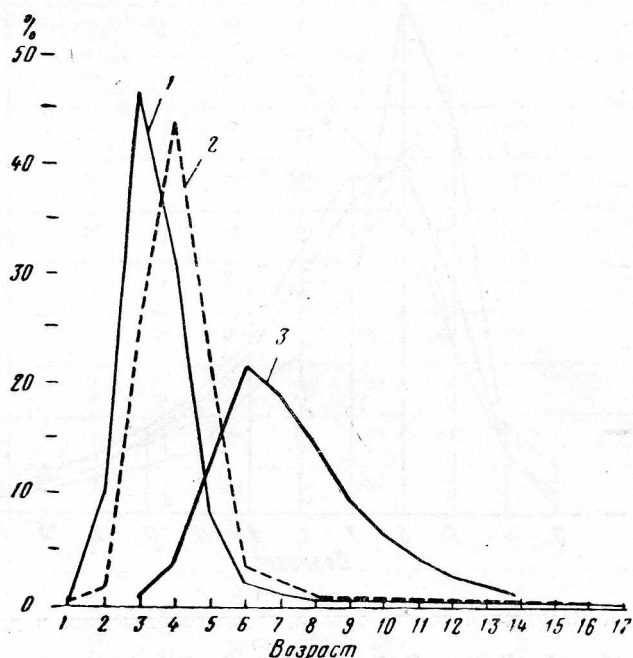


Рис. 2. Возрастной состав стада судака: 1 — промысловые уловы азовского судака в 1951/52 и 1960/61 гг.; 2 — то же в 1939/40 и 1950/51 гг.; 3 — археологические и другие раскопки (необлавливаемая нерестовая популяция).

ками, допущенными при подсчете годовых колец у очень старых рыб, что вполне естественно, особенно при определении возраста по чешуе. Как уже сказано, азовский судак в наше время доживает до 17 лет.

Надо полагать, что люди в далеком прошлом, как впрочем и в настоящее время, промыслили судака главным образом в период его нерестовых миграций. Ведь ловить рыбу на местах нереста или на подступах к ним — в дельте или в реке — гораздо легче, чем добывать ее в другое время на местах нагула — в море или озере, далеко от берегов.

Совершенно очевидно, что остатки древнего судака относятся к его нерестовой популяции и что процентное соотношение младших возрастов в этих остатках отражает сроки полового созревания: в трехгодовалом возрасте созревала лишь незначительная часть судака, к четырем и пяти годам — большая часть, а массовое созревание приходилось на шестигодовиков, поэтому они и преобладали в стаде.

В настоящее время азовский судак достигает половой зрелости главным образом в возрасте четырех-трех лет. При повышенной интенсивности лова (1951/52—1958/59 гг.), когда запас был невелик, а

Таблица 2
Средняя длина в разном возрасте ископаемого и современного судака, см

Возраст	Хозарские отложения нижнего Дона (по Лебедеву, 1960)	Донской судак 1952—1958 гг. (по Бойко, 1962)
3	—	40,4
4	—	46,9
5	37,5	53,5
6	43,5	59,8
7	45,0	64,0

темп роста повышен, в нерестовой популяции современного судака преобладали трехгодовики. При несколько меньшей интенсивности промысла, большем запасе и замедленном темпе роста (1939/40—1950/51 гг.) в нерестовом стаде, а следовательно, и в уловах преобладали четырехгодовики (рис. 2).

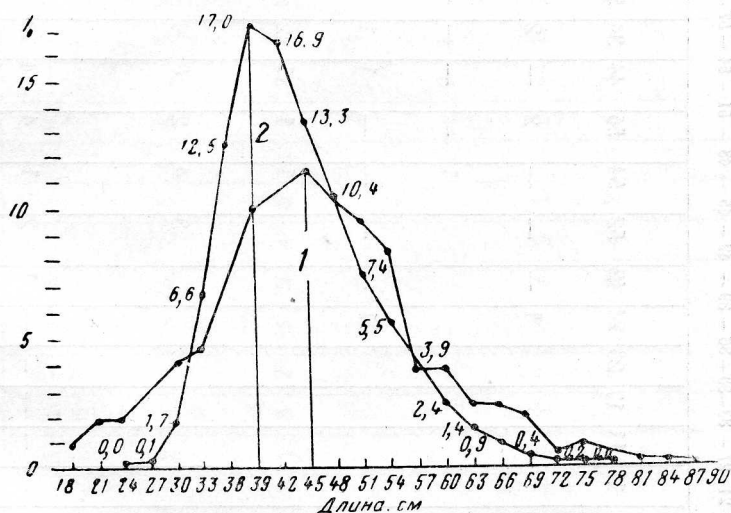


Рис. 3. Размерный состав стада азовского судака:
1 — древние раскопки в бассейне Дона и Кубани (571 шт.);
2 — размерный состав в 1951—1962 гг., приведенный к величине улова в разных промысловых районах (44000 измерений).

Задержка полового созревания древнего судака также, несомненно, связана с пониженным темпом его роста, что в свою очередь обусловлено большой численностью стада, а следовательно, и худшими условиями питания древнего судака (табл. 2).

Отставание темпа роста некоторых древних рыб, вызванное этими причинами, отмечает и В. Д. Лебедев [5].

О крайне замедленном темпе роста ископаемого судака можно судить еще и на том основании, что среди древнего судака, обитавшего в Дону и Кубани, наиболее многочисленной была размерная группа 45—48 см (рис. 3, табл. 3).

Размерный состав судака из археологических и других раскопок, шт.

Таблица 3

Место раскопок	Время раскопок	Д л и н а, с м																				По данным			
		21-24-27-30-33-36-39-42-45-48-51-54-57-60-63-66-69-72-75-78-81-84-87-90																							
Нижний и средний Дон	Хазарские отложения	4	11	11	17	23	24	42	52	54	56	44	34	39	15	15	9	9	7	2	3	2	1	В. Д. Лебедева (1960, стр. 248)	
Танаис (р. Дон)	II—I вв. до н. э.					1	—	—	—	2	—	2	1	1	2	2	3	2	—	1	1			Е. А. Цепкина (1961)	
Мурзак-Коба (Крым)	Поздний палеолит								1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 В. Д. Лебедева (1960, стр. 258)	
Пантикапея (Керченский пролив)	II—I вв. до н. э.					1	—	—	—	—	1	1	1	1	1	—	1	1	1	—	—	—	1	В. Д. Лебедева (1960, стр. 266)	
Фанагория (Томанский залив)	IV в. до н. э., IV в. н. э.									1	1	1	2	2	2	3	2	—	1	—	1			В. Д. Лебедева (1960, стр. 275)	
Чумяный редант, Приморско-Ахтарский р-н (Кубань)	II—III вв. н. э.								3	4	2	8	4	3	1	1								В. Д. Лебедева (1960, стр. 278)	
Городище № 3 уст. Ново-Джерелиевской (р. Кирпили)	IV в. до н. э., II—III вв. н. э.	1	—	—	—	—	—	1	2	1	4	4	10	1	1									В. Д. Лебедева (1960, стр. 280)	
Итого, %		0,9	1,9	1,9	3,0	4,0	4,6	7,5	10,0	10,7	11,4	10,1	9,3	8,2	3,7	3,8	2,3	2,3	1,9	0,5	0,9	0,5	0,2	0,2	

Отсюда можно заключить, что длина шестигодовиков, которые, как уже говорилось, резко преобладали в стаде древнего судака, также была около 45—48 см. Но такая длина соответствует средней длине четырехгодовиков (46,9 см) и приблизительно на 12 см меньше средней длины шестигодовиков (59,8 см) ныне живущего азовского судака (см. табл. 2).

Связь между ростом и запасом судака обнаруживается и в настоящее время. Так, при наибольшем запасе в 1936—1938 и 1942—1947 гг. (в среднем 570 тыс. ц) приросты веса судака на 4-м и 5-м годах жизни были в среднем на 13% меньше, чем в 1948—1959 гг., когда уровень запаса был значительно ниже — в среднем 186 тыс. ц [2].

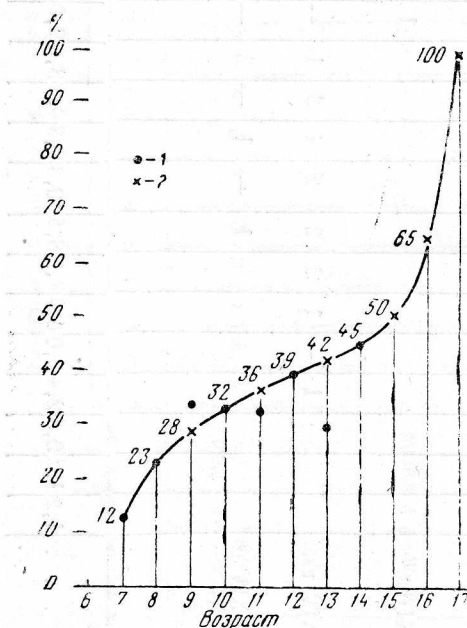
Последовательное уменьшение всех старших возрастов, начиная с семигодовиков, в необлавливаемой нерестовой популяции древнего судака, очевидно, могло происходить либо в результате возрастающей с годами смертности, либо вследствие неежегодного нереста судака старше шести лет.

Однако в наше время судак старших возрастов (начиная с четырех лет и старше) нерестится ежегодно. И у нас нет оснований полагать, что древний судак мог себя вести в этом отношении иначе. (Если в уловах и попадаются судаки старших возрастов с неразвитыми половыми продуктами, то это бывает, как правило, рыбы старше 10 лет).

Поэтому можно считать, что уменьшение численности судака старших возрастов в древней необлавливаемой нерестовой популяции в основном обусловлено его естественной смертностью.

НОРМЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ СМЕРТНОСТИ АЗОВСКОГО СУДАКА

Разницу между численностью данной и предшествующей возрастной группы (начиная с семигодовиков) можно рассматривать как величину, характеризующую естественную убыль в этом возрасте.



Например, шестигодовиков было 117, а семигодовиков — 103 (см. табл. 4). Следовательно, численность судака на седьмом году уменьшилась на 14 шт., или по отношению к численности шестигодовиков — на 12%.

Некоторый разброс показателей смертности смежных возрастов (рис. 4) обусловлен, очевидно, недостаточностью материала. Однако, несмотря на небольшие отклонения, общий характер кривой смертности выявляется вполне отчетливо: с возрастом смертность повышается.

По полученной указанным способом кривой были рассчитаны путем экстраполяции недостающие показатели смертности судака на 15, 16 и 17-м годах (при этом принималось, что семнадцать лет его предельный возраст), а также откорректированы показатели смертности промежу-

Рис. 4. Естественная смертность судака на 7-м—17-м году по данным о возрастном составе древнего судака: 1 — экстра; 2 — интерполяция.

точных возрастов — на 9, 11 и 13-м годах жизни (см. рис. 4).

Эта исправленная и дополненная кривая и принимается для харак-

теристики норм естественной смертности азовского судака на 7-м—17-м годах. Цифровые значения показателей смертности приведены в табл. 4.

Показатели смертности судака, вычисленные по данным археологических раскопок, можно рассматривать как средние многолетние, так как они основаны на данных о возрастном составе судака за много тысячелетий. Влияние поколений различной урожайности на соотношения возрастных групп при таком положении, естественно, сглаживается.

Таблица 4
Естественная убыль древнего судака

Возраст	Возрастной состав		Коэффициент убыли, %	
	шт.	%	по возрастному составу	по кривой
3	4	0,7	—	—
4	20	3,7	—	—
5	75	13,8	—	—
6	117	21,5	—	—
7	103	18,9	12	12
8	79	14,5	23	23
9	53	9,8	33	28
10	36	6,6	32	32
11	25	4,6	31	36
12	15	2,8	39	39
13	11	2,0	27	42
14	6	1,1	45	45
15	—	—	—	50
16	—	—	—	65
17	—	—	—	100

Классический пример Томпсона [12] относительно слабооблавливаемой популяции пикши у острова Рокэлль потому и не мог являться надежным критерием для суждения о естественном отходе пикши в разных возрастах, что возрастной состав пикши, обитавшей у этого острова, носил совершенно бесспорные следы влияния высокоурожайных и неурожайных поколений.

ЕСТЕСТВЕННАЯ СМЕРТНОСТЬ В МОЛОДОМ ВОЗРАСТЕ

Естественный отход молодого — трехгодовалого-пятигодовалого судака невелик, а потому при рассуждениях о рациональной интенсивности лова может в расчет не приниматься.

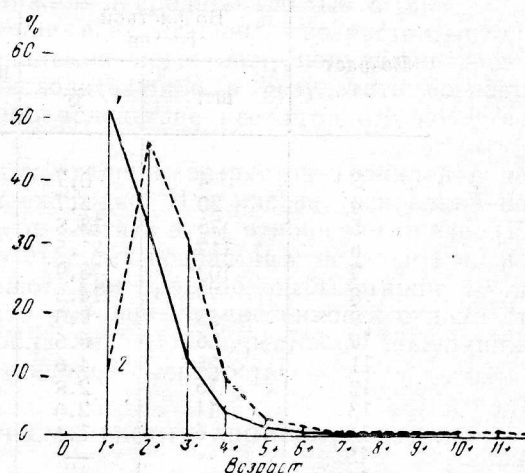
Судить о естественной смертности молодого судака по соотношению возрастов в нерестовой популяции нельзя. Данными же о возрастном составе необлавливаемого стада судака на местах его нагула в море мы не располагаем. Средний (за много лет) возрастной состав стада азовского судака, полученный на основании исследовательских ловов в море (рис. 5) для этого непригоден. Уменьшение численности старших возрастов по сравнению с младшими обусловлено в данном случае интенсивным выловом, а не естественным отходом. Судака сейчас вылавливают практически с годовалого-двухлетнего возраста.

Однако при определении оптимальной интенсивности лова размеры естественной смертности судака двух лет и моложе особого интереса не представляют, так как вопрос о недопустимости лова судака такого возраста и без того ясен. Трехгодовалый судак уже является промысловой рыбой и поэтому знать естественный отход на 4-м году его жизни было бы необходимо, но, к сожалению, это пока невозможно. Трехгодо-

вики частично уже бывают половозрелыми и потому естественный отход их по сравнению с младшими возрастами должен быть несколько больше. С наступлением половой зрелости у судака, как и у всех других проходных и полупроходных рыб, естественная смертность должна несколько повышаться.

Нерестовые миграции сопряжены с возрастающей опасностью гибели (на рыбу во время нерестового хода часто нападают хищники, а иногда подходы к нерестилищам пересыхают и рыба не может их покинуть и т. п.).

Рис. 5. Возрастной состав азовского судака:
1 — облавливаемое стадо на местах нагула в море (уловы исследовательского трала в октябре 1953—1961 гг.);
2 — промысловые уловы за 1951—1952—1960—1961 гг.



Древний судак созревал в массе в шесть лет, а современный значительно раньше: в четыре-три года. Следовательно, смертность трех-, четырехгодовиков сейчас должна быть несколько выше, чем в древности.

Однако, имея в виду, что молодой судак переносит болезни и всякого рода неблагоприятные воздействия гораздо легче, чем уже начинающий стареть шестигодовик, и учитывая, что даже на 7-м году жизни отход судака составляет всего 12%, мы вправе заключить, что естественная смертность трехгодовиков — пятигодовиков невелика и в общей сложности не превышает 10%.

ПОТЕРИ ОТ ЕСТЕСТВЕННОЙ СМЕРТНОСТИ И ОПТИМАЛЬНАЯ ИНТЕНСИВНОСТЬ ЛОВА

Итак, в необлавливаемой популяции судака естественная смертность от старости начинает проявляться после шести лет и с возрастом увеличивается.

Попытаемся оценить абсолютную величину этих потерь при разной интенсивности промысла (табл. 5).

При подсчетах принято, что численность поколения (в возрасте трехгодовика) к началу лова равна 10000 тыс. шт., т. е. фактическому промысловому возврату поколений 1952—1961 гг. (за более длительный отрезок времени — у поколений 1922—1961 гг. — средний промысловый возврат был несколько больше — 14600 тыс. шт.).

Чтобы упростить расчеты, приняли, что весь улов берут в начале года — весной; фактически же некоторое количество судака вылавливают и осенью.

Разница между запасом и уловом есть остаток, часть которого погибает естественной смертью (убыль) во все сезоны, кроме весны.

Улов и убыль судака (в тыс. шт.) при разной интенсивности промысла

Воз- раст	Интенсивность промысла, %																							
	10				20				30				40				50				60			
	запас	улов	остаток	убыль	запас	улов	остаток	убыль	запас	улов	остаток	убыль	запас	улов	остаток	убыль	запас	улов	остаток	убыль	запас	улов	остаток	убыль
3	10000	1000	9000	—	10000	2000	8000	—	10000	3000	7000	—	10000	4000	6000	—	10000	5000	5000	—	10000	6000	4000	—
4	9000	900	8100	—	8000	1600	6400	—	7000	2100	4900	—	6000	2400	3600	—	5000	2500	2500	—	4000	2400	1600	—
5	8100	810	7290	—	6400	1280	5120	—	4900	1470	3430	—	3600	1440	2160	—	2500	1250	1250	—	1600	960	640	—
6	7290	729	6561	787	5120	1024	4096	491	3430	1029	2401	288	2160	854	1296	156	1250	625	625	75	640	384	256	31
7	5774	577	5197	1195	3605	721	2884	653	2113	634	1479	340	1140	456	684	157	550	275	275	63	225	135	90	21
8	4002	400	3602	1009	2221	444	1777	498	1139	342	797	223	527	211	316	89	212	106	106	30	69	41	28	8
9	2593	259	2334	747	1279	256	1023	327	574	172	402	129	227	91	136	44	76	38	38	12	20	12	8	3
10	1587	159	1428	514	696	139	557	200	273	82	191	69	92	37	55	20	26	13	13	5	5	3	2	1
11	914	91	823	321	357	71	286	111	122	37	85	33	35	14	21	8	8	4	4	2	1	1	—	—
12	502	50	452	190	175	35	140	59	52	16	36	15	13	5	8	3	2	1	1	1	—	—	—	—
13	262	26	236	106	81	16	65	29	21	6	15	8	5	2	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—
14	130	13	117	58	36	7	29	14	7	2	5	2	2	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
15	59	6	53	34	15	3	12	8	3	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	19	2	17	17	4	1	5	5	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого..	5022		4978		7597		2405		8891		1109		9521		479		9812		188		9939		64	

ысла (лов с трех лет)

Таблица 5

70				80				90				100				Естественная смертность после указанного возраста, %	
запас	улов	остаток	убыль	запас	улов	остаток	убыль	запас	улов	остаток	убыль	запас	улов	остаток	убыль		
10000	7000	3000	—	10000	8000	2000	—	10000	9000	1000	—	10000	10000	—	—	—	
3000	2100	900	—	2000	1600	400	—	1000	900	100	—					—	
900	630	270	—	400	320	80	—	100	90	10	—					—	
270	189	81	10	80	64	16	2	10	9	1	—					12	
71	50	21	5	14	11	3	1	1	1	—	—					23	
16	11	5	1	2	2												28
4	3	1	1														32
																	36
																	39
																	42
																	45
																	50
																	65
																	100
	9983		17		9997		3		10000		—		10000		—		

Убыль судака учитывается только с шестилетнего возраста. Естественная смертность трехгодовалого — пятигодовалого судака как незначительная в расчет не принимается. Нормы естественной убыли в каждом возрасте сдвинуты на год вперед: в графе шестигодовиков, например, показана убыль на 7-м году и т. д.

Разница между остатком и убылью есть запас к весне следующего года, когда судак станет на год старше.

Аналогичным способом подсчитаны (в штуках) запас и потери от естественной смертности для тех случаев, когда судак вылавливается с четырех и пяти лет.

В табл. 5 приводятся общий улов и общие потери (убыль) от естественной смертности за весь период существования поколения. (При стабильной из года в год численности поколений эти итоги можно рассматривать как улов и потери всей популяции судака в течение года).

Как видно из табл. 5, с увеличением интенсивности промысла потери уменьшаются, а улов непрерывно увеличивается. Когда интенсивность лова достигает 50%, судак почти не погибает своей смертью, потери в этом случае составляют (по счету) менее 2%, а при интенсивности лова 70% — они уже менее 0,2%.

Таково соотношение потерь и улова при разной интенсивности промысла в штуках. Весовое их соотношение несколько иное. В этом случае с возрастанием интенсивности промысла потери от естественной смертности, как и по счету, уменьшаются, но улов сначала сравнительно быстро увеличивается, достигает максимума, а при дальнейшей интенсификации промысла постепенно падает (табл. 6 и рис. 6).

В табл. 7 показаны (в весовых единицах) улов и потери при разной интенсивности промысла для трех вариантов: когда судак вылавливается с трех, четырех и пяти лет (данные, относящиеся к 7—10- и 11—17-годовикам, в интересах экономии места объединены).

Наибольшие потери от естественной смертности во всех вариантах бывают при низкой интенсивности промысла. При интенсивности лова 10% потери максимальные и значительно превосходят улов, а при интенсивности лова 30% они составляют уже не больше $1/5$ — $1/3$ всей продукции поколения (см. рис. 6).

При дальнейшей интенсификации промысла потери становятся еще меньше и, когда интенсивность лова достигает 60%, они настолько малы, что уже могут не приниматься в расчет, так как составляют не более 2—6% общей продукции (прироста биомассы) поколения. Однако незначительные потери, исчисляемые долями процента, имеют место и при интенсивности лова, близкой к предельной — 80—90% (табл. 8).

Итак, определяя размеры потерь, связанных с естественной смертностью, мы вплотную подошли к вопросу об оптимальной интенсивности промысла.

Из сделанных расчетов следует, что очень слабый промысел, когда используется около 10% запаса, недопустим, так как естественная смертность судака в этом случае очень велика и превышает улов. С увеличением интенсивности лова потери от естественной смертности падают, а улов повышается. Однако чрезмерная интенсификация промысла также приводит к уменьшению улова. Это происходит потому, что судак значительно прибавляет в весе главным образом на пятом—шестом годах, а при интенсивном лове он до такого возраста не доживает. Чем позже начинают ловить судака, тем большая часть его доживает до возраста, обеспечивающего оптимальный улов. При вылове его с трехгодовалого возраста наибольший улов может быть взят, если интенсивность промысла не превышает 30%, а при вылове с четырех и пяти лет интенсивность должна быть доведена, соответственно, до 40 и 50% (см. рис. 6).

Таблица 6

Улов и потери судака (в тыс. ц) при разной интенсивности промысла (лов с трех лет)

Воз- раст	Интенсивность промысла, %																				Сред- ний вес, кг
	10		20		30		40		50		60		70		80		90		100		
	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	
3	10,0	—	20,0	—	30,0	—	40,0	—	50,0	—	60,0	—	70,0	—	80,0	—	90,0	—	100	—	1,0
4	13,5	—	24,0	—	31,5	—	36,0	—	37,5	—	36,0	—	31,5	—	24,0	—	13,5	—			1,5
5	17,8	—	28,2	—	32,3	—	31,7	—	27,5	—	21,1	—	13,9	—	7,0	—	2,0	—			2,2
6	21,1	—	29,7	—	29,8	—	25,1	—	18,1	—	11,1	—	5,5	—	1,9	—	0,3	—			2,9
7	20,2	27,5	25,2	17,2	22,2	10,1	16,0	5,5	9,6	2,6	4,7	1,1	1,7	0,4	0,4	0,1	—				3,5
8	16,0	47,8	17,7	26,5	13,7	13,6	8,4	6,3	4,2	2,5	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	—					4,0
9	10,9	42,4	10,7	20,9	7,2	9,4	3,8	3,7	1,6	1,3	0,5	0,3	0,1	—							4,2
10	7,1	33,6	6,2	14,7	3,7	5,8	1,7	2,0	0,6	0,5	0,1	0,1	—								4,5
11	4,2	23,6	3,3	9,2	1,7	3,2	0,6	0,9	0,2	0,2	—	—									4,6
12	2,5	16,4	1,8	5,7	0,8	1,7	0,3	0,4	0,1	0,1											5,1
13	1,3	9,9	0,8	3,1	0,3	0,8	0,1	0,2	—	0,1											5,2
14	0,7	5,9	0,4	1,6	0,1	0,4	0,1	0,1													5,6
15	0,4	3,5	0,2	0,8	0,1	0,1		0,1													6,0
16	0,1	2,1	0,1	0,5		0,1															6,1
17		1,0		0,3		0,1															6,2
Итого	125,8	213,7	168,3	100,5	173,4	45,3	163,8	19,2	149,4	7,3	135,1	2,3	123,1	0,6	113,4	0,1	105,8	—	100	—	—

Улов и потери судака от естественной смертности (в тыс. ц) при разной интенсивности промысла (лов с трех, четырех и пяти лет)

Возраст	Интенсивность промысла, %																			
	10		20		30		40		50		60		70		80		90		100	
	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери	улов	по- тери
Лов с трех лет																				
3	10,0		20,0		30,0		40,0		50,0		60,0		70,0		80,0		90,0		100	
4	13,5		24,0		31,5		36,0		37,5		36,0		31,5		24,0		13,5		—	
5	17,8		28,2		32,3		31,7		27,5		21,1		13,9		7,0		2,0		—	
6	21,1		29,7		29,8		25,1		18,1		11,1		5,5		1,9		0,3		—	
7-10	54,2	151,3	59,8	79,3	46,8	38,0	29,9	17,5	16,0	6,9	6,9	2,3	2,2	0,6	0,5	0,1	—	—	—	—
11-17	9,2	62,4	6,6	21,2	3,0	6,4	1,1	1,7	0,3	0,4	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого	125,8	213,7	168,3	100,5	173,4	45,3	163,8	19,2	149,4	7,3	135,1	2,3	123,1	0,6	113,4	0,1	105,8	—	100	—
Лов с четырех лет																				
4	15,0		30,0		45,0		60,0		75,0		90,0		105,0		120,0		135,0		150	
5	19,8		35,2		46,2		52,8		55,0		52,8		46,2		35,2		19,8		—	
6	23,5		37,1		42,6		41,8		36,3		27,8		18,3		9,3		2,6		—	
7-10	60,2	168,0	74,9	99,2	66,8	55,5	49,9	29,1	32,1	13,9	16,7	6,7	7,7	1,9	2,4	0,5	0,3	—	—	—
11-17	10,4	69,3	8,1	26,3	4,4	9,0	1,8	2,7	0,5	0,6	0,3	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого	128,9	237,3	185,3	125,5	205,0	64,5	206,3	31,8	198,9	14,5	187,6	7,0	177,2	1,9	166,9	0,5	157,7	—	150	—
Лов с пяти лет																				
5	22,0		44,0		66,0		88,0		110,0		132,0		154,0		176,0		198,0		220	
6	26,1		46,4		60,9		69,6		72,5		69,6		60,9		46,4		26,1		—	
7-10	67,0	186,8	93,8	123,9	95,3	79,3	82,9	48,3	64,2	27,8	44,0	14,6	25,8	6,8	11,9	2,4	3,0	0,5	—	—
11-17	11,5	77,1	10,1	32,9	7,1	14,1	3,9	5,7	2,1	2,3	0,2	0,3	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—
Итого	126,6	263,9	194,3	156,8	229,3	93,4	244,4	54,0	248,8	30,1	245,8	14,9	240,8	6,9	234,3	2,4	227,1	0,5	220	—

Итак, судака рациональнее ловить с пяти лет. При этом условии улов будет больше, чем при лове его с четырех и трех лет. К такому выводу приводят теоретические расчеты, на практике же осуществить селективный лов, обеспечивающий сохранность от вылова младших возрастных групп, в частности трехлетков, пока не удастся. Формально судака вылавливают сейчас с трехлетнего возраста, на самом же деле при существующих способах лова в сети попадают также двухлетки и годовики. Массовый вылов маломерного судака можно предотвратить, запретив жаберные сети. Гораздо сложнее избавиться от прилова трехлетков и тем более четырехлетков.

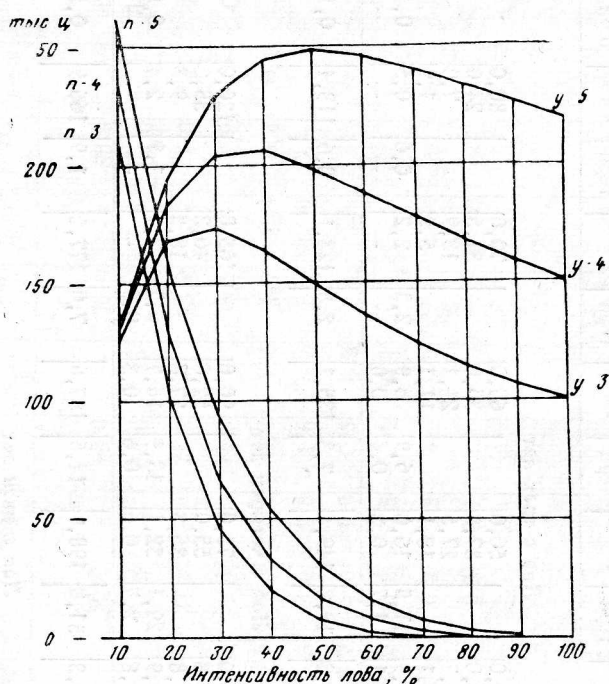


Рис. 6. Естественная смертность и улов азовского судака при разной интенсивности промысла:

n-3, n-4, n-5 — потери при вылове с трех—пяти лет; *y-3, y-4, y-5* — улов при вылове с трех—пяти лет.

В этом возрасте судак становится половозрелым и во время нерестовых миграций вылавливается вместе с рыбами старшего возраста. Кроме того, его неизбежно вылавливают при неводном лове других, более мелких рыб (тарани, сельди, чехони и др.).

В прошлом стадо судака использовали иногда нерационально. Так, поколения 1934—1939 и 1948—1956 гг. в трехгодовалом возрасте были выловлены больше чем на 30%, т. е. с интенсивностью, превышающей оптимальную. В отдельных случаях (поколения 1950 и 1952 г.) в возрасте трехгодовика вылавливали до 75% поколения (рис. 7).

Как видно из приведенных данных (см. рис. 6), потери судака от естественной смертности, как и улов, тем больше, чем позже его начинают вылавливать: при лове с четырех лет потери больше, чем при лове с трех лет, а при лове с пяти лет они еще больше и т. д. Расчет показывает, что, если бы судака вылавливали не с трех лет, как в действительности, а с десяти лет, потери от естественной смертности, даже

при высокой интенсивности лова, уже стали бы превышать улов. Такое положение, конечно, недопустимо, так как оно привело бы к нерациональному использованию корма.

Следовательно при определении возраста промыслового использования судака приходится учитывать и необходимость рационального расходования кормовых ресурсов водоема, и, если они ограничены, лов тем более надо интенсифицировать.

Таблица 8

Потери судака от естественной смертности (в % к общей продукции) при разной интенсивности промысла (в %) и в зависимости от возраста первого промыслового использования

Интенсивность лова	По количеству			По весу		
	с трех лет	с четырех лет	с пяти лет	с трех лет	с четырех лет	с пяти лет
10	50	55	61	63	65	67
20	24	30	38	37	40	45
30	11	16	23	21	26	29
40	5	8	13	11	13	18
50	2	4	7	5	7	11
60	1	2	4	2	4	6
70	0,2	1	2	0,5	1	3
80	0	0,2	1	0,1	0,3	1
90	0	0	0,2	0	0	0,3
100	0	0	0	0	0	0

Примечание. Под продукцией разумеют улов вместе с потерями от естественной смертности (по весу).

В данной статье мы не предполагаем останавливаться на обосновании оптимальной интенсивности лова азовского судака, поскольку это уже сделано в специальной работе [1]. Правда, в ней условно было принято, что естественная смертность судака до 10 лет невелика и резко повышается лишь после этого возраста. Поэтому судака старше 10 лет при определении вероятного улова из расчетов исключали.

Однако, несмотря на условность этих допущений, конечные выводы относительно оптимальной интенсивности лова, сделанные в упомянутой работе, оказались верными. Это объясняется тем, что некоторая недооценка значения естественной смертности судака моложе 10 лет, допущенная в тех расчетах, перекрывалась завышенной оценкой смертности судака старше 10 лет (условно принималось, что он весь погибает).

Мы и тогда пришли к выводу, что оптимальная интенсивность лова азовского судака может колебаться (в зависимости от обстоятельств) в пределах 30—40% и что она определяется многими факторами: численностью поколения, темпом роста судака, пищевыми и вкусовыми качествами судака разного возраста, необходимостью лова других пород, промысляемых одновременно с судаком, задачами рационального использования кормовых ресурсов моря и др.

Многочисленные поколения судака во избежание больших потерь от естественной смертности должны вылавливаться с большей интенсивностью, чем менее многочисленные.

В годы, когда темп весового прироста судака замедлен, интенсивность промысла должна быть выше, чем при повышенном темпе роста. В противном случае ежегодные приросты веса (при замедленном росте) уже не будут компенсировать потерь от естественной смертности.

Если ставится задача повышения качества вылавливаемого судака, его надо ловить с трех-четырёх лет. Пищевые и вкусовые качества молодого судака выше, чем старого. Однако этого можно достигнуть лишь

увеличением интенсивности промысла, а следовательно, ценой некоторого уменьшения величины возможного улова.

Иногда приходится ловить судака с несколько большей интенсивностью, чем это было бы допустимо, еще и в интересах улучшения условий лова других рыб (чехонь, сельдь, тарань и др.), вылавливаемых одновременно с судаком, так как эти виды рыб ловятся мелкойчайными орудиями лова, в которые попадает и мелкий (молодой) судак.

Наконец, рациональным можно считать лишь такой лов, когда не только берут наибольший из возможных уловов данной рыбы, но и разумно используют естественные кормовые ресурсы водоема.

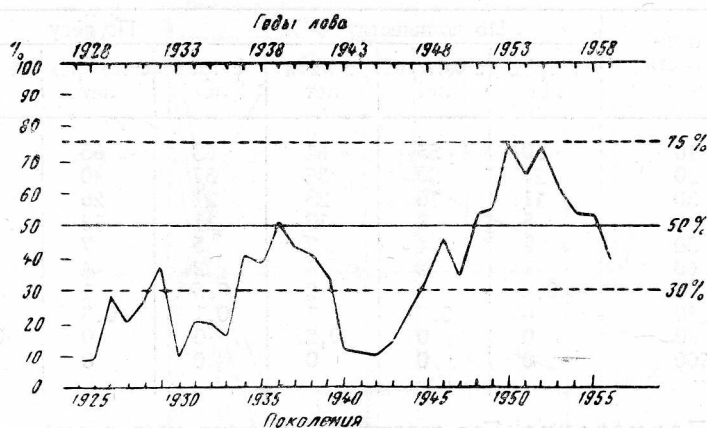


Рис. 7. Интенсивность вылова трехгодовиков азовского судака (в процентном отношении к промысловому возврату поколения).

Если корма в избытке, а запасы судака невелики, то нужно исходить из соображений получения наибольшего из возможных уловов, не считаясь с естественной смертностью. При ограниченных запасах корма в водоеме естественную смертность следует свести до минимума.

Поясним сказанное примером. При вылове судака с трехлетнего возраста наибольший из возможных уловов — 173,4 тыс. ц может быть получен при интенсивности промысла 30%. Потери от естественной смертности в этом случае весьма велики и оцениваются в 45,3 тыс. ц, что составляет около 20% всей продукции (см. табл. 7).

В то же время при интенсивности промысла 40% улов будет только на 9,6 тыс. ц меньше (163,8 тыс. ц), тогда как потери от естественной смертности сократятся на 26,1 тыс. ц и составят 19,2 тыс. ц, или всего 10% общей продукции. Ясно, что при таком положении корм будет расходоваться экономнее, но интенсивность лова уже не будет оптимальной, а улов наибольшим.

При многообразии факторов, определяющих оптимальный улов, найти правильное и своевременное решение для каждого конкретного случая посредством моделирования «вручную», как это делали мы, затруднительно. Но с помощью быстродействующих счетно-решающих устройств такая задача вполне осуществима.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко Е. Г. К обоснованию рациональной интенсивности лова и промысловой меры азовского судака. Тр. АЗНИИРХ. Вып. 5.
2. Бойко Е. Г. Прогнозы запаса и уловов азовского судака. Публикуется в настоящем сборнике.

3. Бевертон Р. и Холт С. Обзор методов определения смертности облавливаемых популяций рыб. Изд-во «Рыбное хозяйство», 1958.
4. Громов В. И. Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР. (Млекопитающие, палеолит). Тр. Ин-та геол. наук. Вып. 64. Геол. сер. № 17.
5. Лебедев В. Д. Пресноводная четвертичная ихтиофауна европейской части СССР. Изд. МГУ, 1960.
6. Рессел Э. С. Проблема перелова рыбы. М., Пищепромиздат, 1947.
7. Тюрин П. В. Фактор естественной смертности и его значение при регулировании рыболовства. «Вопр. ихтиол.». Т. 2. Вып. 3 (24), 1962.
8. Цепкин Е. А. Рыбы городища Танаис. «Вопр. ихтиол.». Т. 1. Вып. 3 (20), 1961.
9. Чугунова Н. И. Биология судака Азовского моря. Тр. Азово-Черноморской научно-промысловой Экспедиции. Вып. 9, 1931.
10. Beverton R. J. H. & Holt S. J. Review of the life spans mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics. Ciba. Foundation Symposium of the Life Span of Animals, London 1959.
11. Ricker W. E. Natural mortality among Indiana Bluegill sunfish. Ecology, Vol. 26, N 2, 1945.
12. Thompson H. Haddock Biology (North Sea). Rapp. Conseil Explor. Mer. LPV, Copengagen, 1929.
13. Thompson H. On the possibility of effecting and utilising accurate estimates of haddock fluctuations. Rapp. Conseil Explor. Mer, Vol. 68, Copengagen 1930.

EVALUATION OF THE NATURAL MORTALITY OF THE AZOV PERCH-PIKE

by *E. G. Boiko*

SUMMARY

One of the main problems facing investigators in the field of applied ichthyology is to ascertain the fishing intensity. However, it does not seem to be easily solved, both in theoretical and practical aspects, due to the lack of reliable data on the natural mortality rate in fish.

Without getting proper knowledge of the natural mortality rate in fish with age and of their extreme old age one fails to know the fishing intensity rate and appropriate age of fish at which the heaviest catch in weight (but not in number) can be obtained.

The problem has been settled for the Azov perch-pike proceeding from different age compositions of an exploited contemporary population non-exploited fossil one. The data are based partially on the investigations which were described in V. D. Lebedev's paper and other workers. The data obtained, though they are specific for the Azov perch-pike, can be applied to generalization of some conclusions on the size of natural mortality in other species.