

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЛОВА СИГОВ *COREGONUS LAVARETUS* ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИХ ЧИСЛЕННОСТИ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

© 2022 г. Г.П. Руденко

Санкт-Петербургский филиал Всероссийского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства и океанографии
(«ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга), г. Санкт-Петербург, 199053
E-mail: niorh@vniro.ru

Поступила в редакцию 23.11.2021 г.

Для сохранения запасов охраняемых ценных видов рыб необходимо регулировать их вылов. Для регулирования лова сигов оценивают их численность и среднюю массу. Затем рассчитывают ихтиомассу и продукцию выживших рыб и по ним общий допустимый улов (ОДУ). По численности в смежные годы определяют общее количество погибших рыб, а затем находят естественную и промысловую смертность и их коэффициенты. Величина вылова рыбы зависит от его интенсивности, которую наряду с ОДУ необходимо планировать.

Ключевые слова: сиги *Coregonus lavaretus*, численность, ихтиомасса, продукция, смертность, вылов, интенсивность.

ВВЕДЕНИЕ

В Ладожском озере наибольшее промысловое значение в XXI в. имеют корюшка, ряпушка, судак, сиги, окунь, плотва, лещ и ёрш. Кроме того в статистические показатели входят синец, чехонь, язь, налим, сырть, елец, краснопёрка, густера и др. Однако к наиболее охраняемым видам в правилах промышленного рыболовства относят только сигов и судака, и для них определяют общий допустимый улов (ОДУ). По остальным видам определяют рекомендованный вылов (РВ).

В пластичном виде *Coregonus lavaretus* исходно было выделено семь форм, из них доля озёрного сига и сига-лудогы в улове составляла 90–95%. Все малочисленные формы состоят из чёрного, валаамского сига и полупроходных сигов – волховского, свирского и вуоксинского, оставшихся без пригодных нерестилищ (Леонов, Тесля, 2009).

Уже более 20 лет отдельный учёт добываемых сигов, включая озёрного и лудогу не производится. Это произошло в связи с гибридизацией всех форм в результате использования одних и тех же нерестилищ, оставшихся после свалки грунта, загрязнения, изменения экологической ситуации и других причин (Печников, 1993, 1997). Поэтому при анализе состояния запасов все озёрные формы сигов рассматривают как одну единицу запаса *Coregonus lavaretus*.

С конца 80-х гг. прошлого столетия произошло снижение уловов рыбы, в том числе и сигов. В связи с этим возникает необходимость выяснения конкретных причин этих изменений. В Ладожском озере с 1946 до 2008 гг. происходили колебания уловов рыбы (Кудерский, 2009). Например, с 1956–1960 гг. уловы составили 2208 т, а с 1981 до 1985 гг. – 6178 т. Это последнее пятиле-

тие оказалось самым результативным в истории ладожского рыболовства.

Отмеченный рост величины вылова рыбы был связан с ростом продуктивности озера, с переходом отдельных южных губ к мезотрофному типу.

Эффект долговременной динамики эвтрофирования произошел за счёт антропогенных влияний. Однако с 1992 г. период высоких уловов резко начал снижаться и особенно с 1993 г. до 3 тыс. т, в 1994 г. до 2208 т. После 1992 г. в озере произошло катастрофическое снижение учтённого вылова рыбы. По мнению А.Г. Леонова, А.Я. Тесли (2009) указанный сдвиг произошел в основном из-за мощного антропогенного загрязнения южных районов озера и резкого ухудшения состояния нерестилищ.

Снижение в последние годы промысловых запасов сига, по-видимому, связано как с экономическими причинами, так и с несоответствием данных промысловой статистики с реальным выловом рыбы. Высокий вылов сига продолжается и в настоящее время.

Ниже для дальнейшего сохранения запасов сига при регулировании его лова предлагается использовать другие показатели ОДУ с включением интенсивности его лова.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В основе всех расчетов находится численность рыб. Её находят разными способами (Баранов, 1918, 1925, 1960; Державин, 1922; Лапицкий, 1970; Рикер, 1979; Шибаев, 2006 и др.).

В данном конкретном случае А.Г. Леонов (2014) использовал метод площадей:

$$N = \sum_{i=1}^{27} N_i \quad \text{и} \quad N_i = \frac{Y_i S_i}{qtvh},$$

где N – численность популяции рыб, экз.; N_i – количество рыб в i -том районе

озера, экз.; S_i – площадь i -того района, м²; Y_i – среднее количество рыб каждого вида в i -том районе, пойманное за одно траление, экз.; q – коэффициент уловистости трала; t – время одного траления, ч; v – скорость траления, м/ч; h – расстояние между траловыми досками, м

Коэффициенты общей смертности находили по способу У.Е. Рикера (1979):

$$\phi_Z^n = 1 - \frac{N_{t+1}^n}{N_t^n}$$

Значения коэффициентов промысловой и естественной смертности (ϕ_F^n и ϕ_i^n) определялись по Ю.Т. Сечину и др. (1990):

$$\phi_F^n = \frac{Y_t^n \phi_Z^n}{(N_t^n - N_{t+1}^{n+1})} ; \quad \phi_M^n = \phi_Z^n - \phi_F^n ,$$

где N_t^n и N_{t+1}^{n+1} – абсолютная численность рыб в возрасте t и $t+1$ в годы n и $n+1$, экз.; Y_t^n – статистический вылов рыбы в $n+1$ году возраста t лет.

Нахождение численности рыб на следующий год в период N_{t+1}^{n+1} находили по уравнению:

$N_{t+1}^{n+1} = N_t^n (1 - \phi_Z^n)$, а улов каждой возрастной группы по: $Y_t^{n+1} = N_t^n \phi_F^n$.

Приведённые показатели не использовались в данной работе, по А.Г. Леонову взяты только численность и средняя масса рыб в возрастных классах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

С конца прошлого века и по настоящее время для определения ОДУ используется утвержденная Главрыбводом и ВНИРО методика Ю.Т. Сечина и др. (1990). По этой методике, приведённой выше, определяют ОДУ сига в южной части Ладожского озера на 2 года вперёд.

Общая смертность определяется по фактическим данным численности рыб,

а коэффициенты промысловой смертности по статистическим показателям вылова промышленных предприятий. В показатели таких коэффициентов не вошла численность вылова любителей, браконьеров, самих рыбаков и прочих пользователей. Полученные коэффициенты промысловой смертности были сильно занижены, а естественной очень завышены. И такие коэффициенты смертности использовать нельзя, так как получаются из них недостоверные значения численности погибших рыб и ОДУ.

В прошлом веке при плановом ведении хозяйства статистические данные были значительно точнее, чем сейчас. Поэтому допустимо было находить ОДУ и по действующей методике.

В течение последних лет результаты ОДУ по прежней методике неуклонно снижались. Величина ОДУ сига на 2013 г. составила 200 т, на 2015 г. снизилась до 150 т, на 2016 до 143 т и дальше было принято решение на вылов 33 т.

При определении ОДУ прежним способом необходимо использовать более достоверные коэффициенты смертности рыб. Определение коэффициентов естественной и промысловой смертности сейчас происходит через их мгновенные коэффициенты, однако это связано с принятием тех или иных допущений. Поэтому предлагается ОДУ определять без коэффициентов смертности рыб по продукции и ихтиомассе. Действительные коэффициенты смертности, полученные новым способом можно использовать, например, для оценки интенсивности или определения вылова рыбы. Очевидно, что ОДУ зависит от продукции и ихтиомассы, а коэффициенты от численности погибших рыб, и они с продукцией напрямую не связаны.

Ещё в начале прошлого века В.А. Кевдин в 1915 г. показал, что допустимый вылов определяется количеством прироста, создаваемого запасом (Кевдин, 1915). Однако количественных показателей тогда не было.

В настоящее время уже известны способы определения ихтиомассы и продукции рыб и поэтому рекомендуется по ним определять действительные показатели ОДУ и не только для сигов (Иванов, Руденко, 2014).

Немного раньше такой способ нахождения ОДУ был показан на примере судака (Руденко, 2015, 2018; Руденко, Аршаница, 2019), а сейчас и на примере сига (табл. 1). В этой таблице по средней массе рыб 2020–2021 гг. найден прирост массы за год. По приросту массы и численности рыб рассчитана продукция, а по средней массе ихтиомасса. Далее по ихтиомассе и продукции рассчитан ОДУ на 2022 г. (табл. 1).

В следующей таблице дополнительно приведена численность рыб на текущий год и показатели общей численности погибших рыб и их ихтиомасса (табл. 2). Фактически это ОДУ на 2 года вперёд для исходной численности рыб.

По фактическим данным улова рыбы получены показатели численности и средней массы. По ним определили ихтиомассу (столбец 7, табл. 2), а по средней массе в смежные годы получили прирост её за год (столбцы 4, 5, 6). Произведение прироста с численностью рыб (столбцы 6, 3) даёт продукцию выживших рыб (столбец 8) и затем рыбопродукцию (Руденко, 1985, 2015 и др.):

$$\overline{W}_{t+1}^{n+1} - \overline{W}_t^n = \Delta \overline{W}_{t-(t+1)}^{n+1};$$

$$\Delta P_{t-(t+1)}^{n+1} = \Delta W_{t-(t+1)}^{n+1} N_{(t+1)}^{n+1};$$

$$P_{t-(t+1)}^{n+1} = \Delta W_{t-(t+1)}^{n+1} \frac{N_t^n + N_{(t+1)}^{n+1}}{2}$$

Таблица 1. Исходная численность, ихтиомасса, продукция и ОДУ сигов на следующий год в южной части Ладожского озера

Возраст, годы	Численность рыб, тыс.экз.	Средняя масса рыб позапрошлого и прошлого года, г		Средний прирост массы на прошлый год, г	Ихтиомасса, т	Продукция, т	Общий допустимый улов, т *
t	N_t^n	$\bar{W}_t^{n-1}$	$\bar{W}_t^n$	$\Delta \bar{W}_t^n$	B_t^n	ΔP_t^n	$ОДУ_t^{n+1}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1+		32					
2+	3500	73	78	46	273,0	161,0	101,3
3+	2365	144	149	76	352,4	179,7	119,0
4+	1501	259	243	99	364,7	148,6	105,6
5+	922	373	361	102	332,8	94,0	73,3
6+	588	556	541	168	318,1	98,8	75,4
7+	418	758	735	179	307,2	74,8	60,2
8+	251	980	990	232	248,5	58,2	47,2
9+	128	1130	1095	115	140,2	14,7	13,3
10+	50	1340	1340	210	67,0	10,5	9,1
11+	14	1670	1610	270	22,5	3,8	3,3
Σ с 2+	9737				2426,4	844,1	607,7
Σ с 3+	6237				2153,4	683,1	506,4

Примечание. * показатели младших возрастных классов в ОДУ не включают и показывают величину допустимого прилова.

где $\Delta P_{t-(t+1)}^{n+1}$ и $P_{t-(t+1)}^{n+1}$ – продукция выживших рыб и рыбопродукция за время от t до $t+1$ в годы от n до $n+1$; $\Delta \bar{W}_{t-(t+1)}^{n+1}$ – прирост средней массы за год за время от t до $t+1$; N_t^n и N_{t+1}^{n+1} – количество рыб в смежные годы, расчёты выполняют по всем возрастным классам, в рыбопродукцию входит и прирост погибших рыб.

Дальше по показателям ихтиомассы и продукции находили по новому уравнению ОДУ на следующий год (Руденко, 2015, 2018):

$$ОДУ_t^{n+2} = \frac{B_t^{n+1} \Delta P_t^{n+1}}{B_t^{n+1} + \Delta P_t^{n+1}}$$

где B_t^{n+1} и ΔP_t^{n+1} – ихтиомасса и продукция выживших рыб (столбцы 7,8, табл. 2).

Затем по показателям разности численности рыб в смежные годы получаем численность погибших рыб $N_Z^{n+1} = N_t^n - N_{t+1}^{n+1}$ (столбцы 2, 3, 11, табл. 2). И по средней массе погибших рыб находим их ихтиомассу (столбец 13).

Из общей величины ОДУ (столбец 10, табл. 2) для промысловых предприятий исключаем показатели возрастных классов не участвующих в промысле.

В результате выполненных расчётов выяснилось, что количество погибших рыб (1063 т) в 2,4 раза больше продукции выживших рыб и в 3 раза больше величины ОДУ (с возраста 3+). Общая масса погибших рыб от ихтиомассы с возраста 3+ составила 56%, а величина ОДУ 18%. Сопоставление результатов

Таблица 2. Численность, ихтиомасса, продукция, общий допустимый улов и смертность сигов в южной части Ладожского озера

Возраст, годы	Численность в смежные годы, тыс.экз.		Средняя масса в смежные годы, г		Средний прирост за год, г	Ихтиомасса за год $n+1$, т	Продукция выжив- ших рыб в год $n+1$, т	Рыбопродукция, т	Общий допустимый улов на год $n+2$, т	Общая уловь, тыс.экз.	Средняя масса погибших рыб, г	Потыбша я ихтиомасса, т
	N_t^n	N_t^{n+1}	$\bar{W}_t^n$	$\bar{W}_t^{n+1}$								
t					$\Delta \bar{W}_t^{n+1}$	B_t^{n+1}	ΔP_t^{n+1}	P_t^{n+1}	$ОДУ_t^{n+2}$	N_Z^{n+1}	$\bar{W}_Z^{n+1}$	B_Z^{n+1}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2+	3500	3000	78	62	31	186	93,0	–	62	–	46	–
3+	2365	2281	149	118	40	269	91,2	115,6	68	1219	98	119
4+	1501	1455	243	217	68	316	98,9	129,9	75	910	183	166
5+	922	1033	361	301	58	311	59,9	73,5	50	468	272	127
6+	588	647	541	449	88	291	56,9	69,0	48	275	405	111
7+	418	379	735	664	123	252	46,6	59,5	39	209	602	126
8+	251	249	990	944	209	235	52,0	69,7	43	169	839	142
9+	128	125	1095	1100	110	137	13,7	20,7	12	126	1045	132
10+	50	54	1340	1385	290	75	15,7	26,4	13	74	1240	92
11+	14	18	1610	1640	300	29	5,4	10,2	4	32	1490	48
Σ с 2+	9737	9241				2101	533,3	–	414	–		
Σ с 3+	6237	6241				1915	440,3	574,5	352	3482		1063
Σ с 4+									284			

обеих таблиц с возраста 3+ показало, что общая численность рыб изменилась мало. В то же время ихтиомасса в прошлом году была больше на 238 т, продукция на 243 т, а ОДУ на 154 т. Однако в текущем году произошло снижение величины средней массы рыб. В оба года произошла лишь констатация всех показателей, включая ОДУ, без какого либо управления численностью рыб. Общая гибель рыб, превысившая все производственные показатели, привела к необходимости выяснения причин этого явления. Для этого потребовалось выяснить показатели промысловой и естественной смертности рыб и интенсивность лова рыбы (табл. 3).

Таким образом, регулирование промысла должно быть связано не только с ОДУ, но и с интенсивностью лова рыб. Впервые Ф.И. Баранов (1925) по проценту вылова, то есть интенсивности, выяснил величину запаса и затем предельный возраст в пробе из улова. При этом Ф.И. Баранов считал, что вся убыль рыб происходит из промысла и естественную смертность не принимал во внимание, предполагая ее незначительность.

В отличие от этого П.В. Тюрин (1963, 1972) придавал большую роль естественной смертности в регулировании рыболовства, но при этом исходил из ошибочных посылок о стабильности, неизменности естественной смертности с доисторических времен. Об их ошибочности неоднократно высказывались специалисты (Бойко, 1964; Гулин, 1971; Гулин, Руденко, 1973; Никаноров, 1982 и др.).

В своих работах В.В. Гулин (1971, 1974) выяснил, что интенсивность лова может эффективно регулировать рыболовство. Кроме того, он показал, что естественная смертность уменьшается от воздействия промысла.

Очевидно, что интенсивность лова определяет не только исходную численность но от неё зависит и вся динамика численности рыб. В данном конкретном случае (табл. 3) от исходной численности по приведённой интенсивности рассчитали улов, показатели естественной и промысловой смертности и по ним их коэффициенты. И значения этих показателей не могли быть другими. Значения коэффициентов рассчитаны по исходной численности N_t^n по показаниям её смертности N_Z^{n+1} , N_M^{n+1} , N_F^{n+1} . Интенсивность лова в таблице 3 определена по численности рыб текущего года N_t^{n+1} (столб. 3).

Смертность погибших рыб определена с возраста 3+ и при этом количество погибших рыб от вылова оказалось больше, чем от естественной смертности. Очевидно, что и этот возрастной класс можно относить к промысловому запасу. Прежде считалось, что в него входили рыбы с возраста 4+.

В последующих возрастных классах с увеличением интенсивности лова резко снижается численность рыб погибших от естественной смертности, которая в возрасте 6+ совсем отсутствовала и дальше была в незначительном количестве.

О снижении или даже отсутствии естественной смертности при большой суммарной интенсивности было показано и раньше на примере судака в Азовском море (Бойко, 1964).

Показатели общей смертности рыб, превысившие значения показателей ОДУ (табл. 2) свидетельствовали о необходимости снижения интенсивности лова, и поэтому можно было сразу по новой интенсивности определять ОДУ на 2 года вперёд (как в табл. 4).

Ниже приведена процедура определения всех показателей из таблицы на текущий год (табл. 3).

Таблица 3. Численность рыб в смежные годы, интенсивность лова, естественная и промысловая смертность, их ихтиомасса в южной части Ладожского озера на текущий год

Возраст, годы	Количество рыб от прошлого и текущего года, тыс. экз.		Общее количество погибших рыб, тыс. экз.	Интенсивность лова, %	Улов из рыб прошлого года, тыс. экз.	Количество рыб оставшихся после лова, тыс. экз.	Количество погибших рыб от естественных причин и от промысла, тыс. экз.		Средняя масса погибших рыб, г	Ихтиомасса погибших рыб, т			Коэффициенты смертности от исходной численности N_i^{n+1}		
	N_t^n	N_t^{n+1}					N_M^{n+1}	N_F^{n+1}		B_Z^{n+1}	B_M^{n+1}	B_F^{n+1}	φ_Z^{n+1}	φ_M^{n+1}	φ_F^{n+1}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2+	3500	3000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,348	0,150	0,198
3+	2365	2281	1219	14,3	338	2027	526	693	98	119,4	51,5	67,9	0,385	0,098	0,287
4+	1501	1455	910	23,2	348	1153	231	679	183	166,5	42,3	124,2	0,312	0,021	0,291
5+	922	1033	468	32,9	303	619	31	437	272	127,3	8,4	118,9	0,298	–	0,298
6+	588	647	275	41,3	243	345	–	275	405	111,4	–	111,4	0,355	0,040	0,315
7+	418	379	209	34,2	143	275	24	185	602	125,8	14,4	111,4	0,404	0,091	0,313
8+	251	249	169	34,0	85	166	38	131	839	141,8	31,9	109,9	0,502	0,028	0,474
9+	128	125	126	55,5	71	57	7	119	1045	131,7	7,3	124,4	0,578	0,047	0,531
10+	50	54	74	60,0	30	20	6	68	1240	91,7	7,4	84,3	0,640	–	–
11+	14	18	32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Σ с 2+	9737	9241	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Σ с 3+	6237	6241	3482	–	1561	4662	863	2587	–	1015,6	163,2	852,4	–	–	–

1. Общая убыль рыб по поколениям (столбцы 2, 3, 4): $N_Z^{n+1} = N_t^n - N_{t+1}^{n+1}$, или $N_Z^n = N_t^n * \varphi_Z^{n+1}$ (столбцы 2, 14), она показывает количество рыб от прошлого года на текущий год.

2. Интенсивность лова в процентах (столбец 6):

$$Int = \frac{Y_t^{n+1} * 100}{N_t^n}.$$

Определяет значения последующих показателей: $Y_t^{n+1} = N_t^n - N_{rest}^{n+1}$,
 $N_{rest}^{n+1} = N_t^n - Y_t^{n+1}$,
 $N_{t+1}^n + N_M^{n+1} = N_{rest}^{n+1}$.

Из-за перелова количество погибших рыб от вылова (N_F^{n+1}) всегда больше рассчитанного улова (Y_t^{n+1}).

3. Гибель рыб от естественных причин (столбец 9): $N_M^{n+1} = N_{rest}^{n+1} - N_{t+1}^n$.

Из остатка (столбец 7) вычитаем количество рыб следующего возрастного класса, их количество произошло из остатка. После этого в остатке ещё осталось некоторое количество рыб, которое и могло произойти только от естественной смертности ($2027-1501=526$). Их численность можно находить и через коэффициенты:

$$N_M^{n+1} = \frac{N_Z^{n+1} * \varphi_M^{n+1}}{\varphi_Z^{n+1}}.$$

4. От общей численности погибших рыб вычитаем количество погибших от естественной смертности, получаем число рыб погибших от вылова: $N_F^{n+1} = N_Z^{n+1} - N_M^{n+1}$. Промысловую смертность можно определять и через коэффициенты:

$$N_F^{n+1} = \frac{N_Z^{n+1} * \varphi_F^{n+1}}{\varphi_Z^{n+1}}.$$

5. Далее по средней массе погибших рыб

$$\bar{W}_Z^{n+1} = \frac{\bar{W}_t^n + \bar{W}_{t+1}^{n+1}}{2}$$

и по произведению её с соответствующей численностью получаем ихтиомассу погибших рыб (столбцы 11–13, табл. 3).

6. По показателям численности погибших рыб и исходной численности определяем все коэффициенты их смертности:

$$\varphi_Z^{n+1} = \frac{N_Z^{n+1}}{N_t^n}, \varphi_M^{n+1} = \frac{N_M^{n+1}}{N_t^n}, \varphi_F^{n+1} = \frac{N_F^{n+1}}{N_t^n}$$

$$\text{или } \varphi_F^{n+1} = \frac{N_F^{n+1} * \varphi_Z^{n+1}}{N_Z^{n+1}}, \varphi_M^{n+1} = \frac{N_M^{n+1} * \varphi_Z^{n+1}}{N_Z^{n+1}}.$$

Интенсивность лова, а не ОДУ определяет все другие показатели динамики численности рыб. Очевидно, происходит взаимосвязь между численностью рыб и интенсивностью лова, что позволяет их планирование.

В текущем году с возраста 3+ величина естественной смертности составила от ихтиомассы 8,5%, а промысловая смертность – 45% (табл. 3). О снижении величины естественной смертности рыб при интенсивном промысле было известно и раньше (Бойко, 1964; Гулин, 1974). В данном случае и произошло такое снижение.

В результате расчётов (табл. 2, 3) выяснилось, что продукция выживших рыб с возраста 3+ почти в 2 раза, а ОДУ 2,4 раза меньше определённого вылова рыбы. Очевидно, произошёл перелов рыбы и интенсивность лова была также завышена.

Такая же картина наблюдается и при вылове судака в южной части Ладожского озера (Руденко, 2018). Величина допустимого улова оказалась в 1,5–2 раза меньше действительного вылова рыбы. Очевидно, ОДУ и по новым расчётам не выполняет своей функции сохранения численности охраняемых видов рыб в связи с завышенной интенсивностью лова.

Для определения ОДУ ещё на 1 год вперёд необходимо планировать, т.е. создавать показатели интенсивности. В результате снижения интенсивности лова произойдет уменьшение показателей вылова и коэффициентов промысловой смертности. При этом естественная смертность даже увеличится, но величина общей смертности всё же снизится. При планировании численности на следующий год произойдет, при сни-

жении коэффициентов общей смертности, увеличение численности рыб в возрастных классах (по сравнению с текущими показателями). И как следствие увеличится продукция выживших рыб и величина ОДУ.

При планировании ОДУ на 2 года вперёд придется задавать интенсивность лова и проводить всю процедуру расчётов по новой численности рыб (табл. 4).

Таблица 4. Исходная численность, запланированная интенсивность и новая численность с ихтиомассой, продукцией и на 2 года вперед ОДУ сигов в южной части Ладожского озера

Возраст, годы	Исходная численность, тыс. экз.	Интенсивность лова, %	Улов, т тыс. экз.	Остаток от вылова, тыс. экз.	Количество рыб погибших от естественной и общей смертности, тыс. экз.		Количество рыб на год вперёд от N_t^{n+1} , тыс. экз.	Средняя масса рыб, г	Ихтиомасса, т	Средний прирост массы за год, г	Продукция выживших рыб, т	Допустимый улов для ОДУ
t	N_t^n	Int	Y_t^n	N_{rest}^{n+1}	N_M^{n+1}	N_Z^{n+1}	N_t^{n+1}	$\bar{W}_t$	B_t^{n+1}	$\Delta \bar{W}_t$	ΔP_t^{n+1}	$ОДУ_t^{n+2}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2+	3500	5	175	3325	960	–	–	62	–	31	–	–
3+	2365	7	166	2199	698	864	2636	118	311	40	105	78
4+	1501	20	300	1201	279	579	1786	217	388	68	121	92
5+	922	25	230	692	104	334	1167	301	351	58	68	57
6+	588	25	147	441	23	170	752	449	338	88	66	55
7+	418	30	125	293	42	167	421	664	280	123	52	44
8+	251	30	75	176	48	123	295	944	278	209	62	51
9+	128	35	45	83	33	78	173	1100	190	110	19	17
10+	50	45	23	27	13	36	92	1385	127	290	27	22
11+	14	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Σ с 2+	9737		1286	8437	2200		–	–	–	–	–	–
Σ с 3+	6237		–	5112	1240	2351	7322	–	2263	–	520	416

С возраста 3+ интенсивность лова практически изменилась по сравнению с показателем текущего года в таблице 3. В следующих возрастных классах интенсивность уменьшали до реальных значений, необходимых для сохранения запасов и ведения промысла. Естественная смертность с возраста 6+ очень сократилась, но все же сохранилась до конца последнего возрастного класса.

В результате введения новой интенсивности действительно уменьшилось общее количество погибших рыб (столбец 7, табл. 4). По разности между исходной численностью и количеством погибших рыб получили их численность на следующий год (столбцы 2,7,8) и по ней определили ихтиомассу, продукцию и ОДУ от текущего года. Общий допустимый улов на 2 года вперед составил 416 т.

Очевидно, что эффективное регулирование промысла возможно только с использованием интенсивности лова. Его можно осуществлять разным способом, количеством судов, рыбаков, промысловых орудий, их ячеей, местами и сроками лова и т. д. То есть в каждом конкретном случае для разных потребителей их учесть очень сложно. Поэтому в данном случае интенсивность промысла нужно регулировать продолжительностью лова и числом промысловых орудий. Например, для судака нужно запретить его лов с распаления льда до конца июня. Если этого будет недостаточно и произойдет превышение ОДУ можно продлить сокращение времени вылова или сократить количество сетей и т. д. Для сига запретить его лов с сентября до января и снизить число сетей.

Показатели неучтенного вылова рыбы 500 т для сига и ранее для судака 519 т (разность между выловом и ОДУ), свидетельствуют об утечке вылавлива-

емой рыбы и для изменения ситуации необходимо совершенствовать контроль за выловом рыбы, изменять для этого правила рыболовства и осуществлять административные меры взыскания нарушений.

ВЫВОДЫ

1. Интенсивность лова влияет на все показатели динамики численности рыб и поэтому, наряду с ОДУ, её необходимо планировать.

2. Величина интенсивности лова должна быть сопоставима с величиной ОДУ, определяя её величину.

3. Чрезмерно большой неучтенный вылов рыбы для сига и судака свидетельствует о неэффективности контроля за ведением промысла. Помимо выявления нарушений необходимо осуществлять и контроль за интенсивностью лова. Его организовать проще, чем выявлять прямые нарушения.

4. Только совместное планирование ОДУ и интенсивность лова позволит более эффективно осуществлять регулирование промысла и предотвращать перелов охраняемых видов рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баранов Ф.И. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства // Изв. отд. рыбоводства и науч.-промыслов. исследований. 1918. Т. 1. Вып. 1. С. 84–128.

Баранов Ф.И. Рыболовство и предельный возраст рыб // Бюл. рыб. хоз-ва. 1925. № 9. С. 26–27.

Баранов Ф.И. Об оптимальной интенсивности рыболовства // Тр. КТИРПХа. 1960. Вып. 11. С. 3–14.

Бойко Е.Г. К оценке естественной смертности азовского судака // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 50. С. 143–161.

Гулин В.В. Теоретическое обоснование и практическая разработка методов оценки общей, промысловой и естественной смер-

ности рыб во внутренних водоёмах // Изв. ГосНИОРХ. 1971. Т. 73. С. 33–74.

Гулин В.В. Оценка эффективности использования рыбных запасов на примере леща оз. Ильмень // Изв. ГосНИОРХ. 1974. Т. 87. С. 120–138.

Гулин В.В., Руденко Г.П. Экологические условия водоёма и величина естественной смертности у рыб // Изв. ГосНИОРХ. 1975. Т. 99. С. 239–251.

Державин А.Н. Каспийско-Куринские запасы севрюги // Изв. Бакин. ихтиол. лаб. 1922. Т. 1. С. 3–393.

Иванов Д.И., Руденко Г.П. Способ определения общего допустимого улова рыбы. Патент на изобретение № 2525723: Федеральная служба по интеллектуальной собственности. М. 2014. 8 с.

Кевдин В.А. Современное рыболовство России. Московский комитет по холодильному делу (цит. по Очерки по биологическим основам рыбного хозяйства. М.: Наука, 1961. С. 62–68.

Кудерский Л.А. Состав и промысловое значение рыбного населения Ладожского озера. Сб. науч. трудов ФГНУ «ГосНИОРХ», СПб. 2009. С. 138–212.

Лапицкий И.И. Направленное формирование ихтиофауны и управление численностью популяций рыб в Цимлянском водохранилище. // Тр. Волгоград. отдел. ГосНИОРХ. 1970. Т. IV. 280 с.

Леонов А.Г. Материалы, обосновывающие общие допустимые уловы водных биологических ресурсов, отнесённых к объектам рыболовства, в пресноводных водоёмах Ленинградской области на 2015 год (с оценкой воздействия на окружающую среду) // Фонды ГосНИОРХ. 2014. 142 с.

Леонов А.Г., Тесля А.Я. Рыбные ресурсы Ладожского озера и их использование в начале века. СПб.: Изд. ФГНУ «ГосНИОРХ», 2009. С. 121–137.

Никонов И.В. О биологических основах рационального использования рыбных запав

сов и регулирования рыболовства во внутренних водоёмах СССР // Тез. докл. Всесоюзной конф. по теории формирования численности и рациональному использованию стад промысловых рыб. М., 1982. С. 46–48.

Печников А.С. Изменение структуры стада сигов Ладожского озера под влиянием антропогенных факторов. Тез. докл. конф. «Экологическое состояние рыбного хозяйства водоёмов бассейна Балтийского моря (в пределах Финского залива)». СПб., 1993. С. 44–45.

Печников А.С. Структура стада сигов *Coregonus lavaretus* Ладожского озера. Тез. докл. Первого конгресса ихтиологов (Астрахань), 1997. С. 49.

Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяции рыб. М.: Пищ. пром., 1979. 408 с.

Руденко Г.П. Методы определения ихтиомассы, прироста рыб и рыбопродукции // Продукция популяции и сообществ водных организмов и методы её изучения. Свердловск: Изд-во АН СССР; Урал. науч. центр, 1985. С. 111–137.

Руденко Г.П. Способ определения общего допустимого улова рыбы и влияние интенсивного промысла на производственные показатели популяции рыб (методическое руководство). СПб.: Изд-во ГосНИОРХ, 2015. 34 с.

Руденко Г.П. Вопросы регулирования промысла на примере судака *Sander lucioperca* из южной части Ладожского озера // Вопр. рыболовства. 2018. Том 19. №2. С. 1–12.

Руденко Г.П., Аршаница Н.М. Способ определения действительных коэффициентов смертности рыб на примере судака *Sander lucioperca* в зависимости от интенсивности промысла. Международный вестник ветеринарии. 2019. №3. С. 72–80.

Сечин Ю.Т., Буханевич И.Б., Блинов В.В., и др. Методические рекомендации по использованию кадастровой информации для разработки прогноза уловов рыбы во внутренних водоёмах. Ч. 1. М.: ВНИРО, 1990. 58 с.

Тюрин П.В. Биологические обоснования регулирования рыболовства на внутренних водоёмах. М.: Пищепромиздат, 1963. 120 с.

Тюрин П.В. 1972. «Нормальные» кривые как теоретическая основа регулирования рыболовства // Изв. ГосНИОРХ. Т.71. С. 71–128.

Шибяев С.В. Основы промысловой ихтиологии. Калининград: Изд-во КГТУ, 2006. 337 с.

AQUATIC ORGANISMS FISHERY

**REGULATION OF FISHING FOR WHITEFISH
COREGONUS LAVARETUS TO RESTORE ITS ABUNDANCE
IN THE SOUTHERN PART OF LAKE LADOGA**

© 2022 y. G.P. Rudenko

*Saint Petersburg branch of Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography,
Sankt-Peterburg, 199053*

To preserve the stocks of protected fish species, it is necessary to regulate their catch. In order to regulate the fishing of whitefish, its population number and average weight shall be estimated. The next step is to calculate the biomass and production of the surviving fish and their total allowable catch (TAC). By the number of fish in adjacent years, the total number of dead fish is determined, and then the natural and commercial mortality and its coefficients are found. The size of fish catch depends on its intensity, which along with TAC, shall be planned.

Keywords: whitefish *Coregonus lavaretus* L., population, biomass, production, mortality, fish catch, intensity.