

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 639.2:597-552

**ВОПРОСЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛА НА ПРИМЕРЕ
СУДАКА *SANDER LUCIOPERCA* ИЗ ЮЖНОЙ ЧАСТИ
ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА**

© 2018 г. Г.П. Руденко

*Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного
рыбного хозяйства им. Л. С. Берга, Санкт-Петербург, 199053
E-mail: niorh@niorh*

Поступила в редакцию 28.03.2017 г.

Рассматриваются показатели динамики численности судака и предложен усовершенствованный способ определения общего допустимого улова рыбы. Вначале производится экспериментальный лов рыбы для дальнейшего определения численности и ихтиомассы, пополнения, размерно-весовых показателей в возрастных классах, коэффициентов смертности и общего допустимого улова. Для более точного определения общего допустимого улова новым способом предлагается дополнительно находить продукцию, создаваемую выжившими рыбами, и по ее показателям и ихтиомассе рассчитывать допустимый улов. Из допустимого улова промыслового стада с учетом селективности выделяется весь общий допустимый улов, включающий долю промпредприятий, любительского рыболовства и неучтенную рыбу. Затем находится ихтиомасса и численность погибших рыб. По показателям продукции и смертности рыб определяется эффективность общего допустимого улова и оценивается интенсивность промысла с целью дальнейшего регулирования рыболовства.

Ключевые слова: судак *Sander lucioperca*, численность рыб, ихтиомасса, продукция выживших и погибших рыб, коэффициенты смертности, интенсивность и эффективность рыболовства.

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача регулирования рыболовства состоит в сохранении численности, ихтиомассы и возрастного состава эксплуатируемой популяции при максимальном улове в сложившихся конкретных условиях. Численность и размерно-возрастная структура популяций рыб определяется величиной пополнения, естественной и промысловой смертностью и интенсивностью промысла.

В настоящее время результаты промысла в той или иной степени зависят и от селективности промысла. Из всех причин, влияющих на пополнение и величину запаса, контролироваться и изменяться могут только интенсивность и селективность промысла. Поэтому показатели вылова должны быть такими, чтобы остаток обеспечивал вос-

производство рыб. В соответствии с этими требованиями должен быть и лимит вылова рыбы.

Достоверность всех показателей будет зависеть от точности их определения, а эффективность регулирования рыболовства – от охранных мер и обоснованности прогноза.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В настоящее время на внутренних водоемах страны для определения рыбных запасов используются хорошо отработанные методы прямого учета численности рыб (Баранов, 1918, 1925, 1960; Державин, 1922; Murphy, 1952; Лапицкий, 1970; Рикер, 1979).

На основе траловых съемок на Ладожском озере Леонов (2014) определяет

численность рыб по методу площадей с по-
мощью формул:

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

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

Коэффициент общей смертности
оценивается по численности рыб в смежных
возрастных классах за смежные годы. При
одновременном воздействии естественной и
промысловой смертности его находят по из-
вестному уравнению (Рикер, 1979):

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

Значения коэффициентов убыли от вылова
(φ_F^n) и естественной смертности (φ_M^n) по
формулам:

$$\varphi_F^n = \frac{Y_t^n \varphi_Z^n}{(N_t^n - N_{t+1}^n)}; \quad \varphi_M^n = \varphi_Z^n - \varphi_F^n,$$

где N_t^n и N_{t+1}^n – абсолютная числен-
ность рыб возраста n в году t и $t+1$; Y_t^n – ста-
тистический показатель количества вылов-
ленной рыбы в возрасте n лет в t году.

Определение количества вылов-
ленной рыбы и общего допустимого улова
(ОДУ) по недостоверным статистическим
данным не позволяет правильно оценить их
величину, и поэтому проведение дальнейших
расчетов теряет смысл. Это относится к по-
следующему нахождению прогнозного вы-
лова, определяемого в настоящее время по
уравнению: $Y_t = N_t^n \varphi_F^n$ (прогнозный).

Определение ОДУ приведенным спо-
собом производилось с конца прошлого века
до настоящего времени (Сечин и др., 1990).
При этом по расчету показатели ихтиомассы
и нерестового запаса в течение нескольких
лет остаются примерно одинаковыми, а пока-
затели вылова и ОДУ постепенно снижают-

ся. ОДУ судака в 2005 г. определен в 369 т,
в 2013 г. – в 300 т, в 2015 г. – 250 т и в
2016 г. – в 221 т.

Предположительно одна из причин
такой ситуации состояла в недостоверности
современной официальной статистики из-за
сокрытия части действительного улова, осо-
бенно охраняемых видов, в отчетности ры-
бодобывающих организаций. Количественно
оценить утечку рыбы было невозможно.

К такому же выводу ранее пришел
и Гулин (1974). Помимо присвоения части
рыбы рыбаками ее вылов производят люби-
тели и браконьеры, что также влияет на пока-
затели промысловой смертности рыб. И пра-
вильно оценить фактический вылов рыбы
и ее убыль от естественной смертности по
приведенным данным невозможно (табл. 1).
Очевидно, что для определения величины
ОДУ необходимо знать, какое количество
рыбы может произвести промысловое стадо
и какое количество допустимо из него изы-
мать. Для этого необходимо выяснить основ-
ные показатели динамики численности рыб.
Поэтому приведенные данные предлагается
дополнить расчетами производственных пока-
зателей, уточнить показатели промысловой и
естественной смертности рыб, величину про-
мыслового стада и ОДУ. При этом очевидно,
что создаваемая стадом продукция не зависит
от точности учета выловленной рыбы. Она
отражает биологические особенности произ-
водства ихтиомассы в сложившихся условиях.
Поэтому только по показателям ихтиомассы
и продукции можно наиболее точно опреде-
лить возможный допустимый вылов рыбы
(Руденко, 2014, 2015).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сопоставление допустимого улова
рыбы, рассчитанного по достоверным стати-
стическим показателям прошлого века с по-
казателями ихтиомассы и продукции выжив-
ших рыб, определяемых по одним и тем же
исходным данным, привело к одинаковым ре-
зультатам (Руденко, 2015). Однако в связи
с тем, что в настоящее время статистические

Таблица 1. Численность, биомасса и общий допустимый улов промыслового стада судака южной части Ладожского озера (Ленинградская область)

Возраст, лет	2013				2014		2015		
	<i>N</i>	<i>B</i>	φ_M	φ_F (прогн.)	<i>N</i>	<i>B</i>	ОДУ	<i>N</i>	<i>B</i>
3+	2210	548	0,33	-	-	-	-/-	-	-
4+	1410	759	0,33	-	1486	800	-/-	-	-
5+	785	733	0,30	0,01	941	879	12/11	992	918
6+	544	736	0,29	0,07	539	708	35/47	646	849
7+	241	448	0,36	0,11	349	653	39/72	346	647
8+	171	408	0,37	0,14	128	309	18/44	186	448
9+	90	268	0,42	0,15	83	242	13/36	62	181
10+	32	108	0,48	0,17	39	133	7/22	36	123
11+	29	119	0,48	0,17	11	46	2/8	14	56
12+	7	35	0,58	0,16	10	51	2/8	4	20
13+	2	10	0,51	0,16	2	11	1/2	3	15
Промысловый запас	1901	2865	-	-	2102	3032	129/250	2289	3257
Нерестовый запас	1430	2371	-	-	-	-	-/-	1683	2640

Примечание. *N* – численность рыб, тыс. экз.; *B* – ихтиомасса рыб, т; φ_M – коэффициент естественной смертности; φ_F (прогн.) – коэффициент промысловой смертности (прогнозный); ОДУ – общий допустимый улов, тыс. экз/т; (-) – нет данных.

показатели не соответствуют действительному вылову рыбы, определение ДУ целесообразно осуществлять по независимым от учета показателям, т. е. по ихтиомассе и продукции рыб.

Показатели продукции выживших рыб и общей рыбопродукции до настоящего времени еще не используются специалистами при анализе результатов сырьевых исследований. Поэтому имеет смысл привести здесь их формулы:

$$\Delta P_{t-t+1} = (\bar{W}_{t+1} - \bar{W}_t) N_{t+1} = \Delta \bar{W}_{t-t+1} N_{t+1},$$

где ΔP_{t-t+1} – продукция, созданная выжившими рыбами за год от возраста *t* до возраста *t+1*; \bar{W}_t и \bar{W}_{t+1} – средняя масса рыб в возрасте *t* в предыдущем и в возрасте *t+1* в

текущем году; N_{t+1} – количество рыб в текущем году в возрасте *t+1*; $\Delta \bar{W}_{t-t+1}$ – прирост средней массы рыб за год в возрасте от *t* до *t+1*.

Процедура проводится по всем возрастным классам (табл. 2, графы 2–4, 6, 9).

Для расчета рыбопродукции прирост средней массы рыб за год $\Delta \bar{W}_{t-t+1}$ умножаем на полусумму численности рыб в смежных возрастных классах за смежные годы:

$$P_{t-t+1} = \Delta \bar{W}_{t-t+1} \frac{N_t + N_{t+1}}{2},$$

где P_{t-t+1} – рыбопродукция поколения за год; $\Delta \bar{W}_{t-t+1}$ – прирост средней массы рыб за год, показатели за смежные годы в возрасте *t* и *t+1*; N_t и N_{t+1} – коли-

чество рыб в смежных возрастных классах в предыдущем и текущем году.

В рыбопродукцию входит продукция выживших и погибших рыб, прирост массы у выживших рыб происходит в течение всего времени, а у погибших он не может быть больше половины их прироста $\Delta\bar{W}/2$. Поэтому продукцию погибших рыб (P_Z) можно находить по произведению между их приростом $\Delta\bar{W}/2$ и численностью погибших рыб (N_Z):

$$P_Z = \frac{\Delta\bar{W}}{2} N_Z \text{ (табл. 2, графа 10).}$$

Расчет возможного допустимого улова рыбы по показателям продукции выживших рыб уже производился в предыдущих работах, при этом показано, что минимальная величина допустимого улова равна половине продукции выживших рыб (Руденко, 1978, 1985, 2000). Однако для более точного определения допустимого улова обосновывается необходимость использования в расчетах показателя ихтиомассы. Поэтому далее приводится формула ДУ:

$$ДУ = \frac{B \Delta P}{B + \Delta P},$$

где B и ΔP – величина ихтиомассы и продукции выживших рыб. Предварительно по продукции выживших рыб и ихтиомассе находили $\Delta P/B$ – коэффициент восстановления ихтиомассы в единицу времени. Также предварительно находили ихтиомассу, которая остается после изъятия обоснованного вылова, обозначим ее через B_y :

$$B_y = \frac{B^2}{\Delta P + B}.$$

Весь расчет очень прост и выглядит так: $B - Y = B_y$, $B_y \Delta P/B = P_y$, $B_y + P_y = B$ при $Y = P_y$. Прирост остатка можно найти и из выражения $P_y = B - B_y$. Далее приравняем показатели прироста ихтиомассы, полученные по разным расчетам: $P_y = P_y$ или $B_y \Delta P/B = B - B_y$, $B_y \Delta P = B^2 - B B_y$, $B_y \Delta P + B B_y = B^2$, $B_y (\Delta P + B) = B^2$ или

$B_y = \frac{B^2}{\Delta P + B}$. Умножением этой ихтиомассы на коэффициент $\Delta P/B$ получаем ДУ:

$$ДУ = B_y \Delta P/B = \frac{B^2}{\Delta P + B} \Delta P/B = \frac{B \Delta P}{\Delta P + B}.$$

Суммируя величину B_y и ДУ, получаем исходную величину ихтиомассы (B), что свидетельствует о достоверности расчетов и доказывает возможность восстановления оставшейся ихтиомассы после изъятия обоснованной величины. Например,

$$B_y = \frac{636^2}{636 + 463} = \frac{404496}{1099} = 368,$$

$$ДУ = \frac{636 \times 463}{636 + 463} = \frac{294468}{1099} = 268,$$

$B = 368 + 268 = 636$ (табл. 2, графы 8, 9, 11). Подобный расчет производится для всех возрастных классов. Далее из ДУ с учетом селективности выделяется ОДУ.

После определения продукционных показателей ДУ и ОДУ необходимо выяснить действительную убыль рыб, включая неучтенный вылов. Смертность находится из разности показателей численности рыб в смежные годы. Например, от количества рыб в возрасте 3+ в 2013 г. вычитается количество рыб в возрасте 4+ в 2014 г. И так до последнего возрастного класса (табл. 2, графы 5, 6, 13).

В следующей графе 14 табл. 2 приведена ихтиомасса погибших рыб (B_Z). Ее находят умножением средней массы рыб (\bar{W}) предыдущего года на количество погибших рыб (N_Z) текущего года, этот показатель суммируем с продукцией погибших рыб (P_Z). Так же, если к средней массе предыдущего года (\bar{W}) добавить прирост погибших рыб ($\Delta\bar{W}/2$) и эту сумму умножить на количество погибших рыб (N_Z), снова получим ихтиомассу погибших рыб. Процедура производится по всем возрастным классам (табл. 2, графа 14). Таким образом, индивидуальный прирост выживших и через какое-то время погибших рыб, умноженный на их численность, дает соответствующую продукцию.

Таблица 2. Численность, ихтиомасса, продукция, продукция, допустимый улов и общий допустимый улов судака из южной части Ладожского озера и показатели погибших рыб

Возраст, лет	2013		2014		2013		2014			2015			2014					
	\bar{W}	\bar{W}	$\Delta\bar{W}$	N	N	B	B	ΔP	P_z	DU	ODU	N_z	B_z	Φ_z	Φ_M	Φ_F	B_M	B_F
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2+	82	139	-	3450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56	0,56	-	-	-
3+	248	302	220	2210	2105	548	636	463	148	268	20	1345	258	0,39	0,36	0,03	238	20
4+	538	566	318	1410	1392	759	788	443	130	283	131	818	333	0,38	0,23	0,15	202	131
5+	934	944	406	785	882	733	833	358	107	250	190	528	391	0,37	0,19	0,18	201	190
6+	1352	1356	422	544	481	736	652	203	64	155	155	304	348	0,39	0,15	0,24	134	214
7+	1860	1879	527	241	323	448	607	170	58	133	133	221	357	0,41	0,10	0,31	87	270
8+	2380	2510	650	171	127	408	318	83	37	66	66	114	249	0,47	0,08	0,39	42	207
9+	2980	2850	470	90	84	268	238	40	20	34	34	87	228	0,51	0,09	0,42	40	188
10+	3360	3375	395	32	36	108	123	14	11	13	13	54	172	0,60	0,11	0,49	32	140
11+	4090	3800	440	29	13	119	49	6	4	5	5	19	68	0,60	0,15	0,45	17	51
12+	4870	4600	510	7	10	35	48	5	5	4	4	19	83	0,66	0,21	0,45	26	57
13+	5720	5300	430	2	2	10	11	1	1	1	1	5	25	0,71	0,27	0,44	10	15
Σ с 5+	-	-	-	1901	1958	2865	2879	879	307	661	601	1351	1921	0,52	0,15	0,37	589	1332
Σ с 4+	-	-	-	3311	3350	3623	3667	1322	437	944	732	2169	2253	0,51	0,16	0,35	791	1463
Σ с 3+	-	-	-	5521	5455	4172	4303	1785	585	1212	752	3514	2512	0,50	0,18	0,32	1029	1483

Примечание. \bar{W} – средняя масса рыб, г; $\Delta\bar{W}$ – прирост средней массы рыб за год, г; N – численность рыб, тыс. экз.; B – ихтиомасса рыб, т; ΔP – продукция рыб, т; P_z – продукция погибших рыб, г; DU – допустимый улов, г; ODU – общий допустимый улов, г; N_z – численность погибших рыб, тыс. экз.; B_z – ихтиомасса всех погибших рыб, т; B_M – ихтиомасса рыб, погибших от естественной смертности, т; B_F – ихтиомасса рыб, погибших от промысловой смертности, т; Φ_z – коэффициент общей смертности рыб; Φ_M – коэффициент естественной смертности; Φ_F – коэффициент промысловой смертности.

Таблица 3. Промысловая и естественная смертность рыб, рассчитанные по методикам разных авторов

Возраст, лет	B_Z	Сечин и др., 1990				Тюрин, 1972				Гулин, 1974						
		φ_Z	φ_M	φ_F	B_M	B_F	φ_Z	φ_M	φ_F	B_M	B_F	φ_Z	φ_M	φ_F	B_M	B_F
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2+	-	-	-	-	-	-	-	0,56	-	-	-	0,56	0,56	-	-	-
3+	258	-	0,37	-	-	-	0,39	0,36	0,03	238	20	0,39	0,36	0,03	238	20
4+	333	-	0,37	-	-	-	0,38	0,25	0,13	219	114	0,38	0,23	0,15	202	131
5+	391	0,38	0,37	0,01	381	10	0,37	0,21	0,16	222	169	0,37	0,19	0,18	201	190
6+	348	0,39	0,34	0,05	303	45	0,39	0,18	0,21	161	187	0,39	0,15	0,24	134	214
7+	357	0,46	0,36	0,10	279	78	0,41	0,18	0,23	157	200	0,41	0,10	0,31	87	270
8+	249	0,54	0,40	0,14	184	65	0,47	0,19	0,28	101	148	0,47	0,06	0,41	32	217
9+	228	0,63	0,48	0,15	174	54	0,51	0,20	0,31	89	139	0,51	0,01	0,50	4	224
10+	172	0,65	0,48	0,17	127	45	0,60	0,22	0,38	63	109	0,60	0,03	0,57	9	163
11+	68	0,74	0,56	0,18	51	17	0,60	0,26	0,34	29	39	0,60	0,07	0,53	8	60
12+	83	0,78	0,61	0,17	65	18	0,66	0,32	0,34	40	43	0,66	0,13	0,53	16	67
13+	25	0,99	0,80	0,19	20	25	0,71	0,38	0,33	13	12	0,71	0,19	0,52	7	18
Σ с 5+	1921	0,62	0,49	0,13	1584	357	0,52	0,24	0,29	875	1046	0,52	0,10	0,42	498	1423
Σ с 4+	2254	-	0,48	-	-	-	0,51	0,24	0,27	1094	1160	0,51	0,12	0,39	700	1554
Σ с 3+	2512	-	0,47	-	-	-	0,50	0,25	0,25	1332	1180	0,50	0,14	0,36	938	1574

Примечание. Обозначения см. в табл. 2.

В графе 15 табл. 2 содержится показатель общей смертности рыб, который находится по общеизвестной формуле, приведенной выше, или по показателям численности рыб за смежные годы.

Дальше по показателям коэффициентов естественной и промысловой смертности рыб находится величина их ихтиомассы (B_M и B_F). Из общего показателя вылова вычитается показатель ДУ, остаток и будет сверхнормативным недопустимым выловом рыбы. Разность между выявленными и статистическими данными даст величину неучтенного вылова.

Определение коэффициентов общей смертности производится очень просто. Оценка промысловой и естественной смертности, по мнению Тюрина (1972), Гулина (1974) и других специалистов, была очень затруднена, так как отсутствовали данные по неучтенной рыбе.

Показатели промысловой смертности Гулин (1974) рассчитывал с помощью экспериментальных данных, полученных в результате многолетнего лова рыбы тралом на оз. Ильмень. При этом вначале он обратил внимание на высокие значения определяемых коэффициентов естественной смертности, особенно в старших возрастных классах, на которых и базируется промысел. Объяснял он это тем, что в естественную смертность входили и показатели неучтенного промысла, завышая ее показатели, что происходит и в настоящее время при использовании официальных данных по вылову рыбы. В итоге Гулин выяснил, что коэффициенты естественной смертности в облавливаемых популяциях ниже, чем в необлавливаемых, и привел количественные показатели.

О том, что естественная смертность зависит от интенсивности промысла и с ее увеличением она уменьшается, определил и Бойко (1964). Он установил, что слабый промысел, когда интенсивность лова составляет около 10%, не эффективен и недопустим из-за высокой естественной смертности, превышающей улов.

При вылове азовского судака с трехгодовалого возраста наибольший его улов можно получить при интенсивности лова до 30%. При этом убыль от естественной смертности составит 20–30% от продукции и коэффициент естественной смертности снизится до 11%. При вылове с четырех–пяти лет интенсивность можно немного увеличить, но когда она достигнет 50%, судак почти не погибнет от естественной смертности. Потери от нее в этом случае снижаются до 2%, а при интенсивности лова в 70% естественная смертность снижается до 0,2%.

На примере необлавливаемой популяции судака по показателям ее численности Тюрин (1972) рассчитал показатели общей и естественной смертности, характеризующие биологические особенности вида. Однако Бойко (1964) справедливо считал, что естественная смертность определяется не только биологическими факторами, но и зависит от условий обитания рыбы, т. е. и от промысла, и его интенсивности, и селективности. Поэтому в промысловом водоеме в облавливаемых возрастных классах коэффициенты естественной смертности, рассчитанные Тюриным, будут ниже, а промысловой – выше. Все же они будут точнее отражать промысловую смертность по сравнению с прогнозными коэффициентами, используемыми в настоящее время для определения ОДУ (табл. 1, 3).

Коэффициенты Тюрина можно использовать для характеристики смертности рыб в необлавливаемых и слабо облавливаемых возрастных классах. Они используются для рыб в возрасте 3+, с возраста 4+ до 7+ произведена корректировка коэффициентов естественной смертности по темпам их снижения в зависимости от интенсивности промысла, рассчитанным Гулиным (1974). С возраста 8+ до 13+ коэффициенты ϕ_M снижены на 0,11 по средним показателям Гулина. Таким образом, удалось более точно определить коэффициенты промысловой и естественной смертности рыб и рассчитать фактический вылов рыбы (табл. 2).

В настоящее время при наличии необходимых исходных данных коэффициен-

ты промысловой и естественной смертности определяются через коэффициенты мгновенной смертности (Зыков, 1986; Шибает, 2006). Но при их нахождении принимаются определенные допущения. Например, Зыков (1986) считал, что коэффициенты естественной смертности можно рассчитывать по возрастным группам, допустив, что в точке созревания и кульминации ихтиомассы ее мгновенный абсолютный прирост соответствует мгновенной абсолютной убыли. Шибает (2006) допустил, что элементарная интенсивность лова соответствует мгновенному коэффициенту промысловой смертности.

В работе Борисова (1988) рассматривается взаимное влияние темпов промысловой и естественной смертности. При этом говорится о том, что увеличение интенсивности лова снижает смертность, обусловленную непромысловыми причинами. Таким образом, полностью подтверждаются выводы Бойко и Гулина, приведенные в нашей работе, по влиянию промысла на показатели смертности рыб.

Большинство специалистов считают, что показатели темпов естественной смертности образуют вогнутую кривую (параболу) с наименьшими значениями в средних возрастных классах. На самом деле в интенсивно облавливаемых водоемах в младших необлавливаемых возрастных классах максимальные коэффициенты естественной смертности совпадают с общей смертностью, далее кривые промысловой и естественной смертности в точке пересечения имеют одинаковые показатели и затем коэффициенты естественной смертности неуклонно снижаются теоретически до нуля, а промысловой – увеличиваются до 100% (в зависимости от интенсивности). По интенсивности промысла можно выяснить величину коэффициента естественной смертности в предельном возрасте, и по трем точкам определить показатели параболы. Возможно, что с интенсивностью промысла связана и меньшая продолжительность жизни судака в Ладожском озере. Например, Суворов (1948) считал, что в промысловых водоемах рыбы не доживают до предельного возраста, так как их вылавливают раньше.

Эффективность лова зависит не только от темпов смертности рыб, но также и от продукционных показателей; максимальная продукция ихтиомассы наблюдается у рыб в возрасте с 3+ до 5+, но их вылов производится с учетом селективности. Следовательно, с возраста 6+ целесообразно увеличить вылов рыбы до выявленных показателей, так как дальнейший нагул менее эффективен, а с возраста 8+ и 9+ допустимо изымать даже всю их продукцию.

Однако в связи с тем, что у рыб в возрасте 9+ и 10+ показатели продукции и ДУ почти не отличаются, изъятие всей продукции великовозрастных рыб не даст заметного увеличения уточненного показателя ОДУ.

По данным Бойко (1964), в Азовском море в промысловое стадо входят рыбы с возраста 3+, и предельный возраст судака – 17 лет. В Ладожском озере встречается судак в возрасте до 13+, и в промысловое стадо входят рыбы с возраста 5+ (табл. 1). Однако с учетом селективности прогнозный коэффициент промысловой смертности для шестилеток определен в 0,01. Поэтому промысловое стадо фактически состоит из рыб в возрасте с 6+ до 13+, а шестилетки входят в состав пополнения. Естественно, что такое промысловое стадо не позволяет эффективно использовать рыбные запасы. При включении в промысловое стадо пятилеток ДУ увеличится до 944 т, а коэффициент естественной смертности будет в два раза меньше коэффициента промысловой смертности. Таким образом, обоснованный вылов рыбы на 2015 г. оказался в 2,8 раза больше показателя, определенного в табл. 1. Однако все же величина ДУ оказалась примерно в 1,5–2,0 раза меньше действительного вылова рыбы (табл. 2).

Из показателя ДУ выделяется действительный общий допустимый улов, в который входит квота вылова для промышленных предприятий и для любителей. Превышать этот показатель ОДУ нельзя, независимо от того, есть или нет неучтенный вылов рыбы. С учетом селективности промысла уточненная величина ОДУ для промыслового стада,

включающего пятилеток, определена в 732 т, или 20% от ихтиомассы промыслового стада (табл. 2). Несмотря на то что этот показатель значительно увеличился (по сравнению с прежним прогнозным), фактический вылов рыбы оказался в два раза больше. Это свидетельствует о том, что интенсивность промысла завышена. И возникла она главным образом из-за неучтенного вылова, сокрытия действительных уловов и любительского рыболовства.

По мнению Тюрина (1972), наиболее эффективное регулирование рыболовства происходит, когда коэффициент естественной смертности не превышает величину коэффициента промысловой смертности и коэффициент общей смертности сопоставим с величиной удвоенного коэффициента естественной смертности. В то же время дальше сказано, что под воздействием промысла темпы естественной смертности автоматически снижаются тем сильнее, чем интенсивнее осуществляется рыболовство.

От интенсивности промысла зависит его эффективность и смертность рыб, а производственные возможности ограничивают интенсивность. Если бы весь вылов судака осуществлялся в соответствии с прогнозным коэффициентом промысловой смертности, то из промыслового стада (с возраста 5+) вылавливалось бы всего 357 т, или порядка 10% от ихтиомассы промыслового стада, а от естественной смертности погибало бы 1584 т рыбы (табл. 3). Промысловая смертность рыб, рассчитанная по коэффициентам Тюрина, оказалась, наоборот, больше естественной смертности, несмотря на тот факт, что их значения характеризуют процессы, наблюдающиеся в непромысловых водоемах. Очевидно, в промысловых водоемах естественная смертность и ее коэффициенты будут меньше, а промысловые показатели больше. Если осуществлять вылов судака с возраста 4+ по откорректированным коэффициентам естественной смертности в соответствии с показателями их снижения, определенными Гулиным, промысловая смертность значительно увеличится и в несколько раз превысит потери от естественной смертности.

Однако в сложившейся ситуации действительный вылов рыбы превысил показатели продукции выживших рыб и ДУ, разность между B_F и ДУ достигла 519 т ($1463 - 944 = 519$). Показатель уточненного ОДУ оказался в два раза меньше убыли рыб от промысла (табл. 2, графы 12 и 19).

Раньше было показано, что нельзя из водоема изымать всю продукцию, создаваемую выжившими рыбами (Руденко, 1978; Перминов, 1981). Минимальная величина допустимого улова соответствует половине продукции выживших рыб, создаваемой промысловым стадом при предосторожном подходе. Уточненная в настоящее время оптимальная величина допустимого вылова рыбы на 10–15% больше, в отдельных случаях она увеличивается на 20%, достигая 70% от продукции выживших рыб.

Сопоставление показателей продукции выживших рыб и ДУ с действительным выловом рыбы свидетельствует о завышенной интенсивности промысла. В сложившейся ситуации показатели ОДУ не выполняют свою функцию и не обеспечивают стабильность величины запаса и уловов рыбы. Поэтому неизбежно происходит уменьшение величины ихтиомассы или изменение размерно-возрастной структуры. Общая убыль рыб от промысловой и естественной смертности в два раза перекрывает показатели продукции выживших рыб, а также суммарный показатель пополнения и продукции выживших рыб. Дальнейшее сохранение этой ситуации недопустимо и требует введения дополнительных мер по регулированию рыболовства и предотвращению хищений выловленной рыбы.

Для определения ОДУ еще на один год вперед находятся ожидаемые показатели ихтиомассы и продукции выживших рыб на следующий год и по ним снова рассчитываются показатели ДУ и ОДУ. Для более эффективного регулирования рыболовства во всем водоеме необходимо осуществлять оценку ОДУ и вылов рыбы для всех массовых видов рыб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетнее использование действующего способа определения ОДУ для дальнейшего регулирования промысла судака в Ладожском озере выявило его недостатки. Во-первых, ОДУ определялся для промышленных предприятий по недостоверным статистическим показателям. Отсутствие показателей действительных коэффициентов промысловой и естественной смертности и незнание продукционных показателей не позволяло правильно оценивать состояние рыбных запасов и особенности динамики численности рыб.

В работе помимо ихтиомассы и численности рыб приводятся показатели пополнения, продукции и действительной смертности рыб, уточняются и рассматриваются способы определения ДУ и ОДУ. В результате анализа динамики численности рыб выявлен неучтенный вылов, который оказался настолько велик, что его величина предопределяет необходимость дальнейшего регулирования вылова судака с корректировкой действующих Правил рыболовства. В сложившейся ситуации и уточненная величина ОДУ не обеспечивает сохранение ихтиомассы и стабильности уловов судака из-за высокой интенсивности промысла и хищения рыбы. Поэтому необходимо организовать контроль за сохранением выловленной рыбы. Кроме того, для увеличения эффективности промысла необходимо через интенсивность и селективность максимально снизить общую и естественную смертность и за их счет обеспечить максимально возможную величину обоснованного вылова рыбы.

Сопоставление продукции с действительной смертностью рыбы свидетельствует о необходимости снизить интенсивность не менее чем на 30–35%.

Очевидно, что для этого необходимо запретить не только вылов судака в преднерестовый и нерестовый периоды, но и запретить использование сетей с шагом ячеи от 30 мм и выше. В этот же период целесоо-

бразно также ограничить траловый лов рыбы и любительское рыболовство в местах нагула и нереста рыб. Для реального снижения интенсивности лова необходимо сократить продолжительность промыслового периода на вылов судака.

Помимо ограничений по вылову охраняемых видов необходимо увеличить интенсивность и вылов неохранных и особенно мелкочастиковых видов рыб. При отсутствии такой возможности в прогнозных показателях целесообразно отражать весь объем вылова рыбы из внутренних водоемов, включая массовые виды. Это необходимо для определения роли массовых видов рыб в обеспечении продовольственной безопасности страны.

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. КТИРПХ. 1960. Вып. 11. С. 3–14.
- Бойко Е.Г.* К оценке естественной смертности азовского судака // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 50. С. 143–161.
- Борисов В.М.* Анализ взаимовлияния естественной и промысловой смертности рыб // Вопр. ихтиологии. 1988. Т. 28. Вып. 4. С. 604–618.
- Гулин В.В.* Оценка эффективности использования рыбных запасов на примере леща оз. Ильмень // Изв. ГосНИОРХ. 1974. Т. 87. С. 120–138.
- Державин А.Н.* Каспийско-Куринские запасы севрюги // Изв. Бакин. ихтиол. лаб. 1922. Т. 1. С. 3–393.
- Зыков Л.А.* Методы оценки коэффициентов естественной смертности дифференцированных по возрасту рыб // Сб.

науч. тр. ГосНИОРХ. 1986. Вып. 243. С. 14–21.

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, отнесенных к объектам рыболовства, в пресноводных водоемах Ленинградской области на 2015 год (с оценкой воздействия на окружающую среду) // Фонды ГосНИОРХ. 2014. 142 с.

Перминов Л.Г. Определение годового прироста биомассы // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1981. Вып. 168. С. 189–194.

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

Руденко Г.П. Численность рыб в малых озерах Ленинградской и смежных областей и величина их допустимого вылова // Изв. ГосНИОРХ. 1978. Т. 128. С. 72–134.

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

Руденко Г.П. Продукционные особенности ихтиоценозов малых и средних озер Северо-Запада и их классификация. СПб.: Изд-во ГосНИОРХ, 2000. 223 с.

Руденко Г.П. Регулирование рыболовства с определением общего допустимого улова рыбы // Рыб. хоз-во. 2014. № 2. С. 75–78.

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

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

Суворов Е.К. Основы ихтиологии. М.: Сов. наука, 1948. 580 с.

Тюрин П.В. «Нормальные» кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как теоретическая основа регулирования рыболовства // Изв. ГосНИОРХ. 1972. Т. 71. С. 71–128.

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

Murphy Y.I. An analysis of silver salmon counts at benbon Dam South Rork of Fel river // Calif. Fish Game. 1952. № 38. P. 105–112.

THE ISSUES OF FISHERY REGULATION: THE CASE OF ZANDER SANDER LUCIOPERCA FROM THE SOUTHERN PART OF LAKE LADOGA

© 2018 y. G.P. Rudenko

Berg State Research Institute on Lake and River Fisheries, Saint-Petersburg, 199053

In the article indexes of zander abundance dynamics are regarded and the improved method of defining total allowable catch (TAC) of fish is elaborated. At first experimental catch of fish is to be made for further detection of abundance, ichthyomass, recruit, indexes of size and weight of age classes, mortality rate and TAC. To define more accurately TAC via the proposed method the author suggests to find additionally production created by the survived

fish, and by these indexes and ichthyomass to calculate allowable catch (AC). With consideration of selectivity, on the base of AC of commercial stock all the TAC, including share of industrial enterprises, recreational fishing and unaccounted fish, is to be calculated. Then ichthyomass and number of dead fish is to be found. On the base of production and fish mortality indicators TAC efficiency is to be defined and intensity of catch is to be estimated for further regulation of fishery.

Keywords: zander *Sander lucioperca*, fish abundance, ichthyomass, production of survived and dead fish, mortality rate, intensity and efficiency of fishery.