

УДК 639.2.053.8:597.556.33

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ СМЕРТНОСТИ РЫБ НА ПРИМЕРЕ СУДАКА SANDER LUCIOPERCA В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОМЫСЛА

Руденко Г.П. – д.б.н., профессор, главный научный сотрудник, Аршаница Н.М. – к.б.н., ведущий научный сотрудник, Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга)

Ключевые слова: судак, *Sander lucioperca*, ихтиомасса, численность, интенсивность, коэффициенты смертности, вылов, воспроизводство, загрязнение.

Key-words: zander *Sander lucioperca*, ichthyomass, number of fish, intensity, mortality rate coefficient, catch, reproduction, pollution.



РЕФЕРАТ

За последние десятилетия в рыбохозяйственных водоемах резко снизились запасы и естественно уловы ценных видов – сиговых, лососевых, судака и пр. Поэтому для рационального рыболовства необходимо проводить постоянный контроль за состоянием среды обитания рыб и воспроизводством рыбных запасов и величины обоснованного вылова рыбы. Исследования проводились на Ладожском озере и реке Волхов.

Состояние рыб оценивали по пятибалльной системе, разработанной для оценки степени развития токсикоза и выраженности патологоанатомических изменений и определения уровня загрязнения водоема, исходя из выраженности патологического процесса у рыб и процента поражения молоди в период раннего онтогенеза. Рассматривается способ определения действительных коэффициентов естественной и промысловой смертности по фактической численности и вылову рыб в зависимости от обоснованной интенсивности в каждом возрастном классе. По выявленным коэффициентам общей смертности определяется фактический общий вылов рыбы от всех потребителей и убыль от естественной смертности, с учетом гибели рыб в раннем онтогенезе от загрязнения. Далее по интенсивности выявляется численность погибших и выловленных рыб и их коэффициентов.

Сопоставление ОДУ с действительной смертностью рыб свидетельствует о необходимости снижения интенсивности промысла. Для этого необходимо сократить продолжительность промыслового периода судака, запретив его вылов для промышленного и любительского рыболовства с распаления льда до середины или конца июня. При этом целесообразно запретить в этот период и использование сетей с ячеей от 26 мм и выше.

Загрязнение поверхностных вод, особенно в ряде случаев приобретает глобальный характер с региональными и локальными особенностями и с этим необходимо считаться, решая проблемы охраны водоемов от загрязнения и восстановления среды обитания рыб. Кроме того в таких случаях помимо выявления прогнозных показателей и фактических уловов предстоит решать вопросы и искусственного рыбоводства.

ВВЕДЕНИЕ

Сырьевая база рыб на внутренних водоемах нестабильна в результате воздействия естественных и антропогенных флуктуаций численности рыб. За последние десятилетия в рыбохозяйственных водоемах резко снизились запасы и естественно уловы ценных видов – сиговых, лососевых, судака и пр. Поэтому для рационального рыболовства необходимо проводить постоянный контроль за состоянием среды обитания рыб и воспроизводством рыбных запасов и величины обоснованного вылова рыбы. Весь вылов рыбы в настоящее время осуществляется в пресноводных водоемах по специальным правилам рыболовства, в которых лимитирование уловов производится с помощью общего допустимого улова (ОДУ). Для определения его из фактического улова находят ихтиомассу и численность рыб, величину пополнения, продукции и смертности рыб от разных причин, включая загрязнение водоемов.

Для сохранения наиболее ценных видов рыб необходимо выяснять роль ОДУ в динамике численности, сопоставляя его с общим выловом. Вылов не должен быть больше ОДУ и целиком будет зависеть от интенсивности промысла. В то же время общий вылов обычно не известен из-за любительского лова и других причин. Для его определения необходимо располагать данными о действительных коэффициентах естественной и промысловой смертности.

Как показывают исследования [2,21,8,10] в Ладожском озере на некоторых акваториях наблюдается нарушение естественного воспроизводства рыб, что проявляется в массовом поражении токсикозом личинок с характерными необратимыми патологиями (сколеозы, анемии и пр.). Аналогичная картина отмечена и в р. Волхов, особенно в нижнем течении, что резко сказалось на запасах рыб и отсутствии чувствительных видов на наиболее загрязняемых акваториях [13]. Загрязнение поверхностных вод, особенно металлами и ксенобиотиками, приобретает глобальный характер и этот про-

цесс стал неуправляемым [15] и с этим необходимо считаться при учете естественной смертности рыб, решая проблемы профилактики токсикозов рыб, прогнозных показателей и фактических уловов рыб, а также вопросы естественного и заводского воспроизводства рыб – начального звена продукционного процесса рыбохозяйственных водоемов. Игнорировать эти очевидные факты невозможно и в таких случаях в естественной смертности необходимо выявлять доли убыли от токсикозов и болезней рыб.

В данной работе приводится способ определения действительной смертности рыб, в которую включаются и показатели убыли от разных причин, включая токсикозы и болезни рыб.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на Ладожском озере и реке Волхов.

Использованы апробированные способы определения ихтиомассы и численности рыб в пресноводных водоемах [5,22 и др.], а также способы расчета рыбопродукции, состоящей из выживших и в какое-то время погибших рыб [16,17,22 и др.].

Состояние рыб оценивали по пятибалльной системе, разработанной для оценки степени развития токсикоза и выраженности патологоанатомических изменений и определения уровня загрязнения водоема, исходя из выраженности патологического процесса у рыб и процента поражения молоди в период раннего онтогенеза [1,3,4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время имеются теоретические основы расчета коэффициентов общей, естественной и промысловой смертности рыб [5,6,20,7,9,10,22 и др.]. Однако для выяснения показателей действительных коэффициентов естественной и промысловой смертности возникают определенные сложности. Например, В.В. Гулин [10] считал, что достоверность их показателей оценить невозможно в связи с отсутствием данных о любительском и неучтенном вылове рыбы.

Таблица 1
Коэффициенты смертности и гибель рыб от естественных причин и вылова в зависимости от интенсивности

Возраст, годы	Численность в смежных возрастных классах, тыс.экз.		Численность погибших рыб, тыс.экз.	Средняя масса погибших рыб, г	Интенсивность промысла, %	Улов, тыс.экз.	Остаток от вылова, тыс.экз.	Количество естественно погибших рыб, тыс.экз.	Коэффициенты смертности			Численность погибших рыб		Ихтиомасса рыб, т		
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	φ _З	φ _М	φ _Ф	N _М	N _Ф	B _М	B _Ф	B _З
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2	3450					Y, т										
3	2210	2105	1345	192	15,6	328	1777	385	0,39	0,183	0,207	631	714	121	137	258
4	1410	1392	818	407	22,8	317	1075	193	0,37	0,139	0,231	307	511	125	208	333
5	785	882	528	741	37,0	326	556	75	0,37	0,090	0,280	128	400	95	296	391
6	544	481	304	1145	14,0	67	414	91	0,39	0,190	0,200	148	156	170	178	348
7	241	323	221	1615	56,0	181	142	15	0,41	0,047	0,363	25	196	40	317	357
8	171	127	114	2155	5,0	6	121	37	0,47	0,292	0,178	71	43	153	93	246

Продолжение Таблицы 1

Ихтиомасса рыб, т	погибших		Численность погибших рыб	Коэффициенты смертности			Количество естественно погибших рыб, тыс.экз.	Остаток от вылова , тыс.экз.	Улов, тыс.экз.	Интенсивность промысла, %	Средняя масса погибших рыб, г	Численность погибших рыб, тыс.экз.	Численность в смежных возрастных классах, тыс.экз.		Возраст, годы
	выловленных	общая		естественный	промысловый	общий									
9	102	126	48	0,280	0,51	19	55	29	35,0	2615	87	84	90	Σ	9
10	98	73	23	0,250	0,60	13	26	10	29,0	3177	54	36	32		10
11	11	57	16	0,500	0,59	1,2	11,2	1,8	14,0	3580	19	13	29		11
12	48	35	8	0,280	0,66	3,8	5,8	4,2	42,0	4345	19	10	7		12
13	0	25	5	0,710	0,71	1,0	1,0	0,6	30,0	5085	5	2	2		13
Σ +	963	1545	2120								3514	5455	5521		Σ +

В отличие от В.В. Гулина П.В. Тюрин [20] считал, что в непромысловых водоемах вылов отсутствует и естественная смертность равна общей смертности, которая находится очень просто. Кроме того, П.В. Тюрин считал, что значения коэффициентов естественной смертности не меняются с доисторических времен, т. е. они постоянны. В то же время Е.Г. Бойко и В.В. Гулин доказали, что значения коэффициентов естественной смертности могут меняться от условий среды обитания рыб. Уже тогда в начале семидесятых годов прошлого столетия загрязнение среды обитания рыб стало сказываться на их естественной смертности, а в настоящее время токсикологический фактор воздействия на ихтиофауну значительно возрос и стал существенно влиять на воспроизводство рыб не только в естественных водоемах, но и в условиях рыбодоводных заводов [8].

В настоящее время значения действительных коэффициентов смертности находят через коэффициенты мгновенной смертности [11,22]. При этом оба автора принимали определенные допущения.

Например, Л.А. Зыков [11] считал, что мгновенный абсолютный прирост соответствует мгновенной абсолютной убыли. В то же время Е.К. Суворов [19] считал, что в данном случае находят только коэффициент мгновенного роста.

С.В. Шибаев [22] допустил, что элементарная интенсивность лова соответствует мгновенному коэффициенту промысловой смертности. Однако при нахождении элементарной интенсивности лова необходимо предварительно определять значения коэффициента уловистости орудия лова (q). Значения этого коэффициента может изменяться от многих причин (от численности рыб, погодных и сезонных условий, морфологии водоема, условий лова и т. д.). Поэтому специалисты обычно значения этого коэффициента принимают из литературных источников, полученных в других условиях, или в соответствии со своим представлением.

При многолетнем облове рыбы в оз. Ильмень тралом В.В. Гулин [10] рассчитал коэффициенты промысловой и затем

естественной смертности. В итоге он выяснил, что в облавливаемых популяциях значения коэффициентов естественной смертности ниже по сравнению с их показателями без промысла.

Ещё раньше Е.Г. Бойко [7] показал, что естественная смертность зависит от интенсивности промысла и с её увеличением она уменьшается. Однако по всем возрастным классам он задавал постоянную интенсивность промысла, что не соответствовало действительности.

В предыдущей работе были приведены показатели общей смертности по возрастным классам [17]. В данной работе показан способ определения, выявления из общих показателей естественную и промысловую смертности. Практически происходит продолжение предыдущей работы [17].

Для получения достоверных значений коэффициентов естественной смертности предлагается производить для каждого возрастного класса обоснованную интенсивность промысла (графа 6, табл. 1). Получим обоснованный вылов рыбы (графа 7, табл. 1). Он будет производиться из исходной абсолютной численности рыб (графа 2, табл. 1), определенной ранее А.Г. Леоновым [14]. Разность между исходной численностью и уловом дает остаток (графа 8, табл. 1). Из остатка в следующий возрастной класс переходит равное ему количество рыб и в остатке останется количество погибших рыб от естественной смертности (графа 9, табл. 1). Количество этих рыб (графа 9) делим на исходную численность (графа 3) и получаем коэффициент естественной смертности рыб (графа 11). Таким образом, где NM – количество погибших рыб от естественных причин;

N_0 – исходная численность рыб.

Вычитая этот коэффициент из общей смертности получаем коэффициент промысловой смертности (графы 11,12, табл. 1). По найденным коэффициентам из общего количества погибших рыб (графа 4) (это разность между графами 2 и 3) находим количество пойманных и умерших рыб (графы 13,14). Умножив их на сред-

Таблица 2

**Способ определения коэффициентов промысловой смертности
в зависимости от коэффициента общей смертности и общей численности
погибших рыб.**

Возраст, годы	Исходная численность рыб, тыс.экз.	Численность погибших рыб, тыс.экз.	Коэффициенты общей смертности	Потребные от промысла рыб, тыс.экз.	Коэффициенты смертности		Ихтиомасса погибших рыб, т		
					промысловой	естественной	общая	от промысла	от естественной смертности
	N	N _Z		N _F =N - N _{n+1}	φ _F	φ _M	B _Z	B _F	B _M
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	2105	1345	0.39	713	0.207	0.18	258	137	121
4	1392	818	0.37	510	0.231	0.14	333	208	125
5	882	528	0.37	401	0.281	0.09	391	296	95
6	481	304	0.39	158	0.202	0.19	348	178	170
7	323	221	0.41	196	0.363	0.05	357	317	40
8	127	114	0.47	43	0.177	0.29	246	93	153
9	84	87	0.51	48	0.281	0.23	228	126	102
10	36	54	0.60	23	0.256	0.34	171	73	98
11	13	19	0.59	3	0.090	0.5	68	57	11
12	10	19	0.66	8	0.278	0.39	83	35	48
13	2	5	0.71	0	0.000	0.00	25	25	0
Σс3+		3514					2508	1545	963

ную массу погибших рыб (графа 5) находим ихтиомассу рыб погибших от естественной смертности и промысла (графы 15,16).

Коэффициенты промысловой смертности можно рассчитать и по фактической численности в возрастных классах (графы 2 и 5, табл. 2). Разность численности рыб в смежных возрастных классах умножаем на коэффициент общей смертности рыб и их результат делим на общую численность погибших рыб, получаем коэффициент промысловой смертности (графы 5, 4, 3 и 6, табл. 2): , где

N_n - исходная численность рыб по возрастным классам;

N_{n+1} - на год старше смежная численность рыб;

φ_Z - коэффициент общей смертности рыб;

N_Z - количество погибших рыб по возрастным классам.

Полученные новым способом значения коэффициентов промысловой смертности оказались такими же, как и в предыдущей таблице (1).

По показателям коэффициентов промысловой и естественной смертности (графы 6, 7) находим величины их численности и ихтиомассы (B_M и B_F) (графы 8, 9, 10, табл. 2).

Из общего показателя вылова рыбы (графа 16, табл. 1) вычитаем ОДУ, кото-

рый определен 600 и 752 т (в зависимости от включенного возраста). Остаток и будет неучтенный, недопустимый вылов.

Все показатели динамики численности рыб, включающие продукцию, смертность и вылов зависят только от пополнения и интенсивности промысла.

Очевидно, что незнание общего вылова рыбы не дает возможности эффективно регулировать промысел. В настоящее время в Ладожском озере ОДУ определяется только для промышленных предприятий и в него не входит неучтенный вылов рыбы (любителей, браконьеров и неучтенных в статистику показателей). Кроме того, при расчетах ОДУ используются коэффициенты промысловой смертности, рассчитанные по статистическим показателям вылова рыбы. В результате получается заниженный коэффициент и вылов рыбы. В то же время коэффициент естественной смертности и убыль рыб сильно завышены. В то же время в методике Ю.Т. Сечин и др. [18] для нахождения промысловой смертности используются только статистические данные вылова рыбы. Поэтому для методики Ю.Т. Сечина необходимо использовать другой способ расчета коэффициентов смертности рыб.

При определении ОДУ новым способом [12,17], по показателям ихтиомассы и продукции рыб, их значения в 2,5 — 3 раза выше, чем показатели, рассчитанные прежде по недостоверным коэффициентам смертности. Таким образом по старому способу возможный вылов рыбы от величины промыслового стада составил порядка 10 % (точнее 8 — 9 %), а по новому способу ОДУ составил 21 %, фактический вылов 53,7%.

Е.Г. Бойко [7] установил, что слабый промысел, когда интенсивность лова составила около 10 % от промыслового запаса, не эффективен и недопустим из-за высокой естественной смертности рыб, превышающей промысловый вылов. Это и происходит при современной статистике по вылову рыбы. Таким образом, очевидно, что только достоверные показатели действительных коэффициентов

смертности рыб позволяют выяснить общий вылов рыбы всеми её потребителями.

Действительный вылов рыбы, определенный новым способом по фактическим коэффициентам смертности рыб, свидетельствует о значительном завышении интенсивности промысла. Таким образом от интенсивности промысла зависит его эффективность, продукция, смертность, вылов и вся динамика численности рыб.

Сопоставление показателей продукции выживших рыб и пополнения с действительным выловом рыбы свидетельствует, что его величина больше ОДУ. В сложившейся ситуации ОДУ не выполняет свою функцию и не обеспечивает сохранение стабильности запаса и уловов рыбы. Происходит неизбежное изменение размерно-возрастной структуры в начале с омоложением популяции, и затем и снижением запасов и уловов.

Общая убыль рыб из-за высокой интенсивности лова завышает коэффициенты смертности рыб со всеми вытекающими последствиями. Это приводит к необходимости регулирования интенсивности промысла через введение дополнительных мер в правила регулирования рыболовства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетнее использование действующего способа определения ОДУ (на примере судака Ладожского озера) выявил ряд недостатков. Например, ОДУ определяется только для промышленных предприятий и по недостоверным статистическим показателям коэффициентов смертности рыб. Отсутствие показателей коэффициентов промысловой и естественной смертности и незнание продукционных показателей не дает возможность оценить состояние динамики численности рыб и количество вылавливаемой рыбы. Без знания общего вылова рыбы невозможно регулировать рыболовство и вводить изменения в правила, позволяющие сохранять постоянство численности охраняемых видов рыб.

В динамике численности рыб выявлен неучтенный вылов, который значительно

превышал величину ОДУ. Поэтому необходимо организовать контроль за учетом рыбы и корректировать правила рыболовства.

Для увеличения эффективности промысла необходимо через интенсивность промысла снизить естественную и общую смертность и за их счёт обеспечить максимально возможный вылов.

Сопоставление ОДУ с действительной смертностью рыб свидетельствует о необходимости снижения интенсивности промысла. Для этого необходимо сократить продолжительность промыслового периода судака, запретив его вылов для промышленного и любительского рыболовства с распадаения льда до середины или конца июня. При этом целесообразно запретить в этот период и использование сетей с ячеей от 26 мм и выше.

Загрязнение поверхностных вод, особенно в ряде случаев приобретает глобальный характер с региональными и локальными особенностями и с этим необходимо считаться, решая проблемы охраны водоемов от загрязнения и восстановления среды обитания рыб. Кроме того в таких случаях помимо выявления прогнозных показателей и фактических уловов предстоит решать вопросы и искусственного рыбоводства.

Method for determining the actual mortality rates of fish on the example of walleye Sander lucioperca depending on the intensity of fishing. G. Rudenko, N. Arshanitsa.

ABSTRACT

Over the past decade in the fish-farming waters, dramatically decreased the stocks and, of course, the fish catch amount of valuable species – whitefish, salmon, perch and so on. Thus, for rational fishfarming, sustainable fisheries must conduct ongoing monitoring of fish environment, population, reproduction of fish stocks and evaluate correct estimation of value of the grounded fishing. Studies were conducted on lake Ladoga and the Volkhov river.

The state of fish was assessed by a five-point system designed to assess the degree of toxicosis; severity of pathological changes; determination of the level of pollution of the

reservoir, based on the severity of the pathological processes, going on in fishes; the percentage of damage to juveniles during early ontogenesis. In the article is regarded a method of determining the actual rates of natural and commercial mortality, regarding the actual number and catch of fish, depending on the reasonable intensity in each age class. The revealed coefficients of total mortality determine the actual total catch of fish from all consumers and the loss from natural mortality, taking into account the death of fish in early ontogenesis from pollution. Further, by intensity value were revealed the number of dead and caught fish and their coefficients. Comparison value of ODU with actual mortality of fish, indicates the need to reduce the intensity of fishing. To do this, it is necessary to reduce the length of the fishing period of walleye, forbidding its catch for industrial and amateur fishing from the period of melt of the ice until the middle or end of June. Thus, it is expedient, to forbid during this period the use of networks with a mesh value of 26 mm and above. Pollution of surface waters, especially in some cases, acquires a global character with regional and local characteristics and it must be taken into account, in solving the problems of protection of water bodies from pollution and renovation of fish population. In addition to identifying predictive factors and values of actual catches we have to solve problems of artificial fish breeding.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршаница Н.М., Лесников Л.А. Патоморфологический анализ состояния рыб в полевых и экспериментальных условиях. Методы ихтиотоксикологических исследований. Л., 1987. С. 7-9.
2. Аршаница Н.М. Материалы ихтиотоксикологических исследований в бассейне Ладожского озера. // Сб. научн. трудов ГосНИОРХ. 1988. Вып. 285. С. 13–22.
3. Аршаница Н.М. Рыбы как индикаторы качества вод. Материалы Всесоюзной конференции «Методология экологического нормирования». Харьков. 1990. С. 31–35.
4. Аршаница Н.М. Рыбы как индикаторы качества вод. Сборник материалов

- «Рыбохозяйственные водоемы России: Фундаментальные и прикладные исследования». Материалы II Всероссийской конференции с международным участием. Санкт-Петербург, 2-4 апреля 2018 г.
5. Баранов Ф.И. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства // Изв. отд. рыбоводства и научно-промысловых исследований. 1918. Т. I. - Вып. 1. С. 84-128.
6. Баранов Ф.И. Рыболовство и предельный возраст рыб // Бюл. рыбного хозяйства. 1925. № 9. С. 26-27.
7. Бойко Е.Г. К оценке естественной смертности азовского судака. // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 50. С. 143-161.
8. Гребцов М.Р. Экологотоксикологическое состояние Волховской губы Ладожского озера. // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2014. № 3. С. 239-235.
9. Гулин В.В. Теоретическое обоснование и практическая разработка методов оценки общей, промысловой и естественной смертности рыб во внутренних водоемах // Изв. ГосНИОРХ. 1971. Т. 73. С. 33-74.
10. Гулин В.В. Оценка эффективности использования рыбных запасов на примере леща оз. Ильмень // Изв. ГосНИОРХ. 1974. Т. 87. С. 120-138.
11. Зыков Л.А. Методы оценки коэффициентов естественной смертности дифференцированных по возрасту рыб // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1986. Вып. 243. С. 14-21.
12. 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.
13. Кузнецова О.А., Аршаница Н.М., Латынова В.З. Уровень поражения токсикозами рыб Волховского водохранилища. // Труды Всероссийской научной конференции с международным участием «Окружающая среда и устойчивое развитие регионов, новые методы и технологии исследований». 2009. Изд. «Отечество», Казань. Т. 4. С. 128-131.
14. 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.
15. Моисеенко Т.И. Водная токсикология. Теоретические и прикладные аспекты. М., Наука, 2009. 399 с.
16. Руденко Г.П. Методы определения ихтиомассы, прироста рыб и рыбопродукции // В сб.: Продукция популяции и сообществ водных организмов и методы их изучения. - Изд. АН СССР. Уральский научный центр. 1985. С. 111-137.
17. Руденко Г.П. Вопросы регулирования промысла на примере судака *Sander lucioperca* из южной части Ладожского озера. // Вопросы рыболовства. 2018. Т. 19. №2. С. 1-12.
18. 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.
19. Суворов Е.К. Основы ихтиологии. М.: Сов. Наука. 1948. 580 с.
20. Тюрин П.В. «Нормальные» кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как теоретическая основа регулирования рыболовства // Изв. ГосНИОРХ. 1972. Т. 71. С. 71-128.
21. Федорова Г.В., Аршаница Н.М. Антропогенное влияние на популяции сига южной части Ладожского озера. // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. 1986. Вып. 257. С. 85-97.
22. Шibaев С.В. Основы промысловой ихтиологии. Калининград: изд. ФГОУ ВПО «КГТУ». 2006. 337 с.