

УДК 639.223.5+639.2.053.7 (261.26)

## ОЦЕНКА ЗАПАСА САЙДЫ СЕВЕРНОГО МОРЯ

И. П. Голубятникова

В последние годы сайда стала одним из основных объектов промысла в Северной Атлантике: ее мировой вылов здесь составляет 660 тыс. т, из них 200 тыс. т вылавливают в Северном море (Bulletin statistique, 1964—1975).

Материалы для оценки запасов сайды были собраны на отечественных промысловых судах в 1968—1975 гг. Возраст сайды определяли по отолитам. Ее возрастной состав в уловах рассчитан при помощи размерно-возрастного ключа. Было осуществлено 17,2 тыс. возрастных определений и 812 тыс. массовых промеров.

Таблица 1

Возрастной состав уловов сайды в Северном море (в %)

Возраст, годы	Годы							Возраст, годы	Годы								
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974		1975	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
1	0,2	—	—	—	—	—	1,0	—	8	+	11,1	11,4	1,7	2,7	2,0	4,8	10,6
2	4,5	1,2	0,3	3,1	1,1	0,4	2,6	21,2	9	—	0,8	0,1	1,1	1,4	1,3	1,0	4,2
3	36,6	43,8	19,4	38,7	13,8	17,5	22,3	22,6	10	—	0,1	+	0,2	0,7	1,2	0,4	1,3
4	29,6	19,6	44,8	28,3	31,5	19,5	17,6	9,2	11	+	—	—	0,1	0,2	0,6	0,2	1,0
5	20,6	14,2	16,0	22,2	23,4	29,2	9,4	7,6	12	—	—	—	—	0,1	0,3	+	0,3
6	8,3	11,2	14,0	2,1	21,8	17,7	23,2	5,8	13	—	—	—	—	+	0,1	+	0,4
7	0,2	8,0	4,0	2,5	3,3	10,2	17,5	15,8	14	—	—	—	—	+	+	+	0,1

Как видно из данных табл. 1, за весь период исследований в уловах отмечены особи в возрасте от 2 до 14 лет, хотя встречаются особи и более старшего возраста (до 16 лет).

Впервые сайда вступает в промысел на третьем году жизни, практически выбывая из него на восьмом.

Отсутствие в промысловых уловах однолетних особей и незначительный процент двухлетних можно объяснить распределением их в прибрежной зоне. Однако при появлении урожайных поколений (в 1968 и 1974 г.) молодь сайды может распространяться мористее.

За период исследований возрастной состав уловов североморской сайды изменялся довольно значительно, так как в промысел вступали поколения, разные по численности. Так, в 1969—1974 гг. промысел сайды базировался на облове урожайных поколений 1966—1968 гг., а в 1975 г. — урожайных поколений 1967—1968 и 1973 г.

Рейнш (Reinsch, 1968) установил, что половой зрелости сайда Северного моря достигает в возрасте 4—7 лет, основная масса рыб созревает в пятилетнем возрасте.

Вероятно, более высокий темп роста сайды в первые годы жизни (табл. 2) следует связывать с временем наступления половой зрелости.

Таблица 2

Темп роста сайды в Северном море (апрель — июнь 1970—1973 гг.)

Воз- раст, годы	Длина, см		Ошибки		Воз- раст, годы	Длина, см		Ошибки	
	наблю- денная	вычис- ленная	раз- ность	Д, %		наблю- денная	вычис- ленная	разность	Д, %
3	43,8	42,2	-1,6	-3,8	7	74,5	74,6	+0,1	+0,1
4	51,5	52,2	+0,7	+1,3	8	80,1	79,5	-0,6	-0,8
5	60,3	59,6	-0,7	-1,2	9	86,0	84,5	-1,5	-1,8
6	67,5	67,7	-0,4	-0,6					

Рост особей промыслового стада можно отобразить математической функцией, числовые значения параметров которой постоянны; используем для этого модель Берталанфи (Bertalanffy, 1934). Основные параметры уравнения Берталанфи определяли методом Хоэндорфа (Hohendorf, 1966) (см. табл. 2).

После того как параметры были оценены ( $L_{\infty} = 124,27$  см;  $K = 0,12$ ;  $t_0 = -0,98$ ;  $W_{\infty} = 16980$  г), уравнения приняли следующий вид:

$$L_t = 16980(1 - e^{-0,12(t+0,98)}) \text{ — для линейного роста;}$$

$$W_{\infty} = 124,27(1 - e^{-0,12(t+0,98)}) \text{ — для весового роста.}$$

Отклонения между эмпирическими и вычисленными величинами составило: S.D. = 1,62%, т. е. материал наблюдений надежен и может быть использован для дальнейших расчетов.

Величину естественной мгновенной смертности оценивали методом П. В. Тюрина (1972), который основан на знании предельного возраста рыб. В промысловых уловах предельный возраст сайды Северного моря — 16 лет.

Величина коэффициента естественной смертности составила 0,3, что соответствует 26% годовой убыли.

Коэффициенты мгновенной промысловой смертности получены методом «виртуальных популяций» в модификации Шумахера (Schumacher, 1970) (табл. 3). Среднее значение коэффициента промысловой смертности для 1969—1974 гг. составило 0,40. Определив коэффициенты естественной и промысловой смертности, нетрудно получить общую мгновенную смертность.

Общая смертность — это суммарная убыль части популяции в результате вылова и естественной смертности (Бивертон, Холт, 1956), где  $Z = F + M$ . Таким образом, коэффициент общей смертности равен 0,70.

Анализ полученных результатов показал, что в 1969—1973 гг. промысловая смертность увеличилась от 0,3 до 0,6.

Абсолютная численность промысловой части популяции североморской сайды определена по уравнению Мэрфи (Murphy, 1965). Так как сайда пополняет промысловое стадо лишь в трехлетнем возрасте, то абсолютная численность может быть определена для рыб в возрасте трех лет и старше (табл. 4). Как показали расчеты, численность промысловой части популяции колебалась от 163,5 до 576,6 млн. шт. (в среднем 378 млн. шт.). Наибольшей абсолютная численность сайды Северного моря была в 1971 г., наименьшей — в 1974 г.

Таблица 3

Коэффициенты промысловой смертности сайды Северного моря, рассчитанные с помощью метода виртуальных популяций ( $M=0,30$ )

Возраст, годы	Годы промысла							Средние по возрастным группам
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	
3	0,24	0,12	0,09	0,27	0,23	0,41	0,34	0,21
4	0,24	0,24	0,31	0,29	0,26	0,63	0,44	0,37
5	0,31	0,21	0,60	0,43	0,29	0,43	0,37	0,38
6	0,22	0,33	0,63	0,25	0,65	0,39	0,36	0,34
7	0,04	0,41	0,34	0,38	0,48	0,79	0,41	0,39
8	—	0,22	0,21	0,42	0,58	0,64	0,54	0,38
9	—	0,53	0,04	0,43	0,49	0,67	0,41	0,43
10	—	—	0,06	0,26	0,39	0,28	0,21	0,24
11	—	—	—	0,43	0,23	0,75	0,35	0,44
12	—	—	—	—	0,41	0,96	0,15	0,51
13	—	—	—	—	—	—	0,26	0,26
Среднее для возраста 3—9 лет	—	0,29	0,32	0,35	0,43	0,57	0,41	0,40

Таблица 4

Численность промысловой части популяции североморской сайды (в млн. шт.), рассчитанная с помощью метода виртуальных популяций ( $M=0,3$ )

Возраст, годы	Годы промысла							Средняя численность
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	
3	113,30	271,63	245,20	257,23	72,13	52,83	41,47	145,54
4	91,73	64,81	183,84	176,71	145,48	41,93	26,59	105,41
5	50,99	52,36	38,58	99,74	98,68	84,46	16,32	56,50
6	27,95	27,88	32,36	15,57	47,99	55,76	41,29	28,98
7	5,00	16,55	14,98	12,65	9,10	18,75	27,95	13,54
8	1,54	3,68	8,00	7,93	6,48	4,17	6,27	5,44
9	—	1,39	2,35	4,82	3,83	2,68	1,64	2,79
10	—	—	0,60	1,56	2,31	1,73	1,03	1,45
11	—	—	—	0,43	0,90	1,16	0,35	0,71
12	—	—	—	—	0,20	0,53	0,41	0,38
13	—	—	—	—	—	—	0,15	0,15
Суммарная численность	290,51	438,30	525,91	576,64	387,10	264,00	163,47	377,99

Знание абсолютной численности и среднего веса сайды Северного моря каждой возрастной группы позволило определить биомассу ее популяции (табл. 5), которая для промысловой части колебалась от 369,3 до 831,7 тыс. т (в среднем 598 тыс. т).

Таблица 5

Биомасса промысловой части популяции североморской сайды (в тыс. т), рассчитанная с помощью метода виртуальных популяций

Возраст, годы	Годы промысла							Средняя биомасса
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	
3	114,09	198,83	180,71	178,30	54,31	50,93	36,33	118,91
4	161,63	99,74	254,99	264,71	146,50	49,94	39,41	147,67
5	124,72	120,17	96,14	209,06	192,23	132,01	35,04	118,13

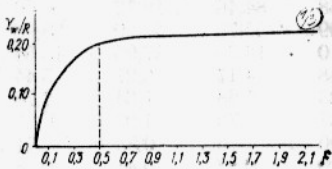
Возраст, годы	Годы промысла							Средняя биомасса
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	
6	89,64	86,48	90,54	50,57	129,67	140,12	105,25	81,00
7	20,55	68,29	58,08	49,45	35,16	62,42	97,32	50,41
8	8,96	19,77	38,05	38,01	30,36	18,01	30,38	26,22
9	—	7,95	15,07	27,75	20,28	14,55	10,10	15,95
10	—	—	3,96	10,50	15,22	10,27	7,56	9,50
11	—	—	—	3,31	6,93	8,90	2,93	5,52
12	—	—	—	—	1,74	4,48	3,57	3,26
13	—	—	—	—	—	—	1,40	1,40
Суммарная биомасса	519,59	601,23	737,54	831,66	632,40	491,63	369,29	597,62

Суммарная биомасса, полученная от урожайных поколений 1966—1967, 1968 гг. за период промысла, составила 47% от общей биомассы.

Для определения оптимальной интенсивности промысла ( $F_{opt}$ ) использовалась математическая модель Бивертон и Холта (1957).

Возраст оптимальной эксплуатации для рыб с изометрическим ростом, который можно получить по уравнению Кати и Касима (Kutty, Qasim, 1968), для сайды Северного моря составил 5,6 года. К этому возрасту основная масса рыб достигает половой зрелости и успевает принять участие хотя бы в одном нересте. Зная возраст оптимальной эксплуатации, можно определить оптимальный размер вылавливаемых рыб, который оказался равным 67,1 см.

Чтобы получить величину  $Y/R$  (улова на пополнение), необходимо вычислить величины  $C = \frac{L_c}{L_\infty}$  (в нашем случае она равна 0,54) и  $\frac{M}{K}$  (при  $M=0,3$  и  $K=0,12$  она равна 2,50).



Зависимость между коэффициентом промысловой смертности ( $F$ ) и величиной относительного показателя возможного улова на рекрута ( $Y/R$ )

По полученным значениям  $Y/R$  при разных задаваемых значениях  $F$  была построена кривая зависимости между уловом на пополнение ( $Y/R$ ) и мгновенной промысловой смертностью (рисунок). Результаты анализа этой кривой по методу Рихтера (1970) представлены в табл. 6.

Как видно, при  $F=0,5$  темп роста уловов отстает от интенсивности промысла, более чем вдвое, что говорит о нерациональности дальнейшего повышения интенсивности лова. Следовательно, оптимальная интенсивность промысла для сайды Северного моря  $F_{opt}=0,5$ .

Таблица 6

Темп роста уловов и интенсивности промысла, %

Показатели	$F$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
К <sub>пром</sub> , см	9,5	18,1	25,9	33,0	39,4	45,1	50,3	55,1	59,3	63,2
Темп роста К <sub>пром</sub> , см	—	47,5	30,0	21,0	16,0	12,4	10,3	8,6	7,0	6,2
Темп роста $Y/R$	—	31,6	14,5	7,6	4,8	3,1	2,3	1,3	1,3	0,7

## ВЫВОДЫ

1. Естественная мгновенная смертность сайды равна 0,30, что соответствует 26% годовой убыли.
2. Коэффициент мгновенной промысловой смертности сайды Северного моря в среднем для 1968—1974 гг. равен 0,40.
3. Средняя численность и биомасса североморской сайды оценены соответственно в 378 млн. экз. и 598 тыс. т.
4. Для рационального промысла сайды необходимо, чтобы оптимальная интенсивность промысла не превышала 39% ( $F_{opt}=0,5$ ), а вылов начинался с возраста оптимальной эксплуатации ( $t_p=5,6$ ), когда длина сайды достигнет 67,1 см.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Рихтер В. А. Оптимальная интенсивность промысла красного налима западной части Атлантического океана. «Вопр. ихт.», 1970, т. 10, вып. 6 (65), М., «Наука», с. 984—989.
- Тюрин П. В. «Нормальные» кривые переживания и темпов естественной смертности рыб, как теоретическая основа регулирования рыболовства. Изв. ГосНИОРХ 19, 1968, Н. 4, С. 259—269.
- Bertalanffy, L. Untersuchungen über die Lezetzlichkeit des Wachstums. L-Arch. Entwicklungsmech., Bd. 131, 1934, S. 613—652.
- Beverton, R. J., S. J. Holt. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Ser. 2, v. 19, London, 1957, p. 533.
- Beverton, R. J., S. J. Holt. Manual of methods for fish stock assessment. Part 2—Tables of yield functions, FAO, 1966, p. 24—84.
- Hohendorf, K. Eine Diskussion der Bertalanffy-Funktionen und ihre Anwendung zur Charakterisierung des Wachstums von Fischen. Kieler Meeresforschungen. Bd. 22, H. 1, 1966, p. 70—97.
- Kutty, M. K., S. Z. Qasim. The estimation of optimum age of exploitation and potential yield in fish populations. J. du Cons., v. 32, N 2, 1968, p. 249—255.
- Murphy, J. J. A solution of the catch equation. J. Fish. Res. Bd. Canada, v. 22, 1965, pp. 191—202.
- Reinsch, H. H. Der Eintritt der Geschlechtsreife beim Köhler Pollachius virens (L.). Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch. 19, 1968, H. 4, S. 259—269.
- Schumacher, A. Bestimmung der fischereilichen Sterblichkeit beim Kabeljaubestand vor Westgrönland. Ber. Wiss. Komm. Meer. No. 1—4, 1970, S. 248—259.
- Bulletin Statistique, vol. 47—58, 1964—1975.

### *Assessment of the stock of saithe from the North Sea*

I. P. Golubyatnikova

## SUMMARY

Due to the intensified fishery for saithe it is necessary to assess their stock in the North Sea. The coefficients of natural and fishing mortality are found. The coefficient of instantaneous mortality of saithe is equal to 0.3 which corresponds to 26% of annual mortality. The mean value of fishing mortality in 1969—1976 is estimated to be 0.4. The numerical strength of the stock of saithe in the North Sea ranged from 163500000 to 576600000 with the average of 378000000, and the biomass varied from 369300 t to 831700 t averaging 598000 t.