

Рост рыб и возможный вылов

А.А. Яржомбек (ВНИРО)

Рациональное рыбохозяйственное использование мыслимо как «съем» прироста биомассы. Такой прирост возможен, если сумма индивидуальных приростов особей, составляющих промысловую часть запаса, превышает потерю биомассы в результате естественной смертности. В случае, если запас находится в стабильном состоянии и сезонный прирост равен естественным потерям, промысел непременно уменьшит биомассу и численность. Для появления возможности «съема», компенсируемого приростом, стабильное состояние должно быть нарушено путем уменьшения плотности популяции и как следствие ускорения роста и снижения естественной смертности. В случае стабильных абиотических условий это возможно при значительном снижении биомассы.

Ускорение роста промысловых рыб под действием промысла иллюстрирует ряд показательных примеров. Рис. 1 показывает, что арктический голец в норвежском оз. Такватн в 1989 г. растет значительно быстрее, чем в 1984 г.: масса 12-летних рыб составляла в среднем 800 г против 100 г. Авторы [Amundsen et al., 1991] связывают это с тем, что интенсивность промысла за эти годы усилилась вчетверо. Специальное исследование П.А. Моисеева [1946] было посвящено ускорению роста камбал зал. Петра Великого в связи с началом интенсивного промысла в 1930 г. Оказалось, что длина годовальных самцов камбал с 1927 по 1936 г. увеличилась на 74%, а средняя индивидуальная масса увеличилась более чем в пять раз.

Обычно рост «в прежние годы» бывает значительно медленнее, чем в последующие, в связи с интенсификацией промысла. Так, белокорый палтус в Петропавловско-Командорском районе сейчас в 13-летнем возрасте достигает в среднем веса 17 кг, тогда как несколько десятилетий назад в этом возрасте он достигал всего 6 кг [Моисеев, 1953]. Белокорый палтус Исландии в 1960-е гг. рос медленнее, чем в 1980-е [Godo, Haug, 1999]. Белокорый палтус о. Шумагин в 1965 г. рос быстрее, чем в 1929 г.: средняя масса 12-летних стала 12 кг против 8 кг [Clark, 1999]. Черный палтус Баренцева моря в 1990-е гг. [Кузнецова и др., 2001] рос быстрее, чем в 1970-е гг. [Krzykawski, 1976]. Тихоокеанский черный палтус в 70-е гг. прошлого века рос быстрее, чем в 1930-е: 12-летние рыбы имели средний вес около 6 кг против 3,5 кг [Моисеев, 1953; Новиков, 1974]. Примеры можно было бы продолжать.

В чем же причины столь неравномерного роста? Известно, что в лабораторных условиях при повышении температуры до оптимального уровня происходит ускорение роста рыб. На лососевых рыбах это продемонстрировано Дж. Бреттом с сотрудниками [Brett et al., 1969]. Сводка данных по этому вопросу недавно сделана автором [Яржомбек, 2000]. Особенно показательным ускорением роста тресковых рыб — в 10 раз по сравнению с особями, обитающими в районах, где среднегодовая температура воды на 10 °С ниже (рис. 2 и 3) [Яржомбек, 1998]. Следова-

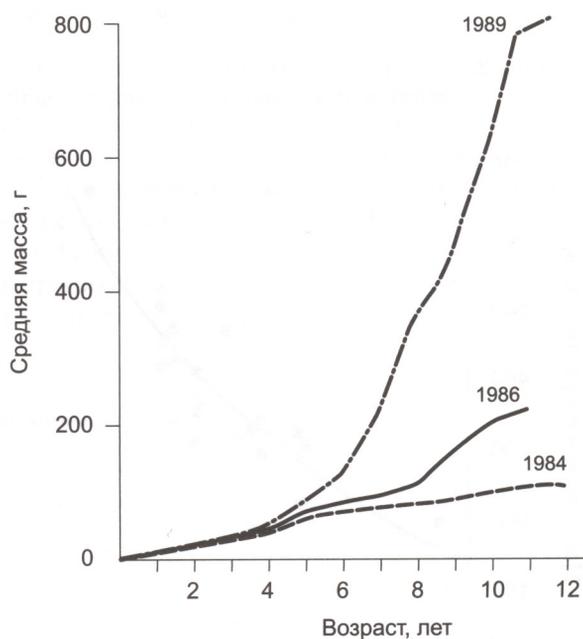


Рис. 1. Рост гольца по данным разных лет

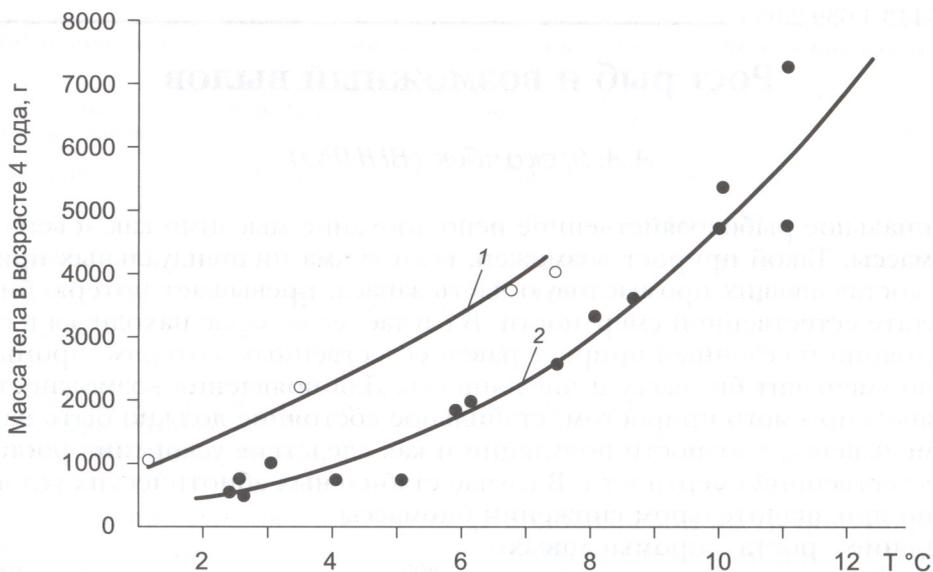


Рис. 2. Средняя масса тела тихоокеанской (1) и атлантической (2) трески в четырехлетнем возрасте в зависимости от среднегодовой температуры воды в районе обитания

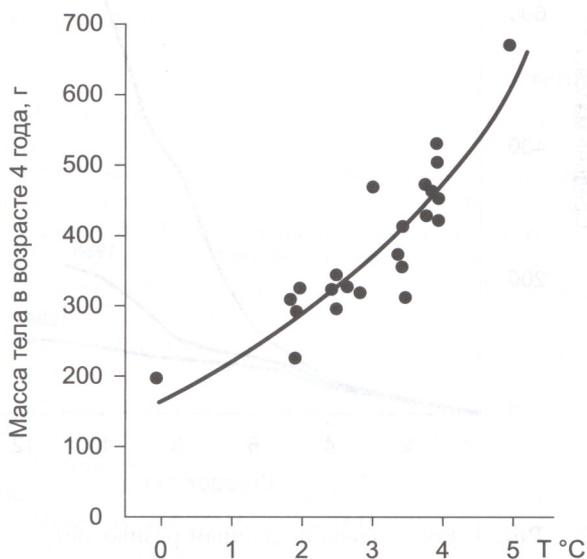


Рис. 3. Средняя масса тела четырехлетнего минтая в зависимости от среднегодовой температуры воды в районе обитания

тельно, небольшое увеличение среднегодовой температуры воды или увеличение продолжительности биологического лета может значительно ускорить рост.

Пользуясь литературными данными о средней скорости роста и смертности (или выживаемости) облавливаемых популяций на примере единичного поколения можно рассчитать рост биомассы стада и его промысловой части: того, что может быть выловлено без уменьшения общей биомассы в следующем году. Видимо, такой подход столь же правомочен при определении возможного промыслового изъятия, как и принятые в настоящее время методы, основанные на учете возраста полового созревания [Малкин, 1999], величины естественной смертности [Тюрин, 1962; Alverson & Pereyra, 1969], модельных расчетов динамики биомассы «виртуальных популяций» [Бабаян, 2000].

Рассмотрим данный подход на примере массовых промысловых рыб, обитающих у побережья Камчатки.

Корфо-карагинская сельдь. В табл. 1 приведены результаты расчета динамики биомассы поколения сельди. Скорость роста взята из работы Н.И. Науменко [1990], правдоподобная величина естественной смертности 0,25 в год (выживание 0,75), по данным Н.И. Науменко и А.А. Бонка [1999].

Средняя масса тела годовалой сельди принята за единицу, численность в годовалом возрасте также принята за единицу, поэтому все величины выражены в условных единицах. Прирост биомассы всего стада или его промысловой части определяет величина, «взвешенная по возрастам» показателя прироста биомассы. В данном случае это частное от деления суммы «значимостей» относительного прироста биомассы на общую учтенную биомассу $6,9/28,53 = 0,242$. Значит, в данном случае определенный расчетным путем сезонный прирост биомассы рыб двух лет и более составил 24% от биомассы. Отрицательные значения относи-

Таблица 1

Расчет динамики биомассы поколения сельди

Возраст, годы (1)	Средняя масса тела, у.е. (2)	Численность, у.е. (3)	Биомасса, у.е. (4) = [2] x [3]	Относительный прирост биомассы к предыдущему году (5)	«Значимость» относительного прироста биомассы (6) = [4] x [5]
1	1	1	1		
2	3	0,75	2,25	1,25	2,81
3	7	0,56	3,92	0,74	2,90
4	10	0,42	4,20	0,07	2,94
5	13	0,32	4,16	-0,01	-0,04
6	16	0,24	3,84	-0,08	-0,03
7	18	0,18	3,24	-0,16	-0,52
8	20	0,14	2,80	-0,16	-0,45
9	22	0,1	2,20	-0,21	-0,46
10	24	0,08	1,92	-0,13	-0,25
Сумма для возрастов 2-10 лет			28,53		6,90

тельного прироста и его «значимости» по возрастным группам означают уменьшение биомассы старших возрастных групп стада, когда прирост биомассы перестает компенсировать потери численности от естественной смертности.

Белокорый палтус. Петропавловско-Командорский район. Расчет динамики биомассы поколения палтуса проведен так же, как для сельди. Показатели весового роста и выживания — по данным Р.Н. Новикова (частное сообщение). Расчеты (табл. 2) показывают, что сезонный прирост биомассы для рыб возраста двух лет и более составит: $4,98/78,95 = 0,063$, или 6,3%, тогда как для рыб пяти лет и старше — 4,5% биомассы.

Таблица 2

Расчет динамики биомассы палтуса

Возраст, годы (в скобках — выживание) (1)	Масса тела, у.е (2)	Численность, у.е (3)	Биомасса, у.е. (4)=(2)•(3)	Прирост биомассы (5)	«Значимость» прироста (6)=(4)•(5)
1	1	1	1		
2 (0,2)	5	0,2	1	0	0
3 (0,4)	18	0,08	1,44	0,44	0,63
4 (0,6)	42	0,048	2,02	0,4	0,80
5 (0,7)	68	0,034	2,31	0,14	0,32
6 (0,8)	107	0,027	2,89	0,25	0,72
7 (0,9)	162	0,024	3,89	0,35	1,36
8 (0,9)	225	0,022	4,95	0,27	1,26
9 (0,9)	316	0,020	6,32	0,27	1,71
10 (0,9)	401	0,018	7,22	0,14	1,01
11 (0,85)	650	0,015	9,75	0,35	3,41
12 (0,8)	850	0,012	10,2	0,05	0,51
13 (0,8)	898	0,010	9,00	-0,10	-0,9
14 (0,7)	945	0,007	6,62	-0,26	-1,72
15 (0,7)	986	0,005	4,93	-0,25	-1,23
16 (0,6)	1031	0,003	3,09	-0,37	-1,14
17 (0,57)	1075	0,0017	1,83	-0,40	-0,73
18 (0,5)	1118	0,00085	0,95	-0,48	-0,46
19 (0,4)	1160	0,00034	0,39	-0,59	-0,23
20 (0,3)	1202	0,0001	0,1	-0,69	-0,08
21 (0,2)	1243	0,00002	0,02	-0,83	-0,016
22 (0,1)	1283	0,000002	0,002	-0,85	-0,002
Сумма для возрастов 2-22 лет			78,95		4,98
Сумма для возрастов 6-22 лет			72,18		3,23

Минтай. Западно-Камчатский район. Материалом для расчета динамики биомассы западнокамчатского минтая послужили данные, собранные автором в нерестовый период 1996 г. Сведения о росте и общей (естественной и промысловой) смертности в среднем для самцов и самок (0,3 в год) приведены в статье в настоящем сборнике [Яржомбек, Карпенко]. Метод расчета оставался неизменным, как для сельди и палтуса (табл. 3).

Таблица 3

Расчет динамики биомассы минтая

Возраст, годы (1)	Масса тела, у.е (2)	Численность, у.е. (3)	Биомасса, у.е [4]= (3)·(2)	Прирост биомассы (5)	«Значимость» прироста (6)=(4)·(5)
1	1	1	1		
2	2,42	0,7	1,69	0,69	1,17
3	4,06	0,49	1,99	0,18	0,36
4	5,85	0,34	1,99	0,00	0,00
5	7,76	0,24	1,86	-0,13	-0,24
6	9,79	0,17	1,66	-0,37	-0,66
7	11,91	0,12	1,43	-0,14	-0,20
8	14,09	0,08	1,13	-0,21	-0,24
9	16,39	0,06	0,98	-0,13	-0,13
10	18,75	0,04	0,75	-0,23	-0,15
11	21,18	0,03	0,64	-0,15	-0,10
12	23,64	0,02	0,47	-0,27	-0,13
13	26,18	0,014	0,37	-0,21	-0,008
Сумма для возрастов 2–13 лет			14,96		-0,46

Оказалось, что биомасса растет только у молодой части стада — до 3–4 лет. Биомасса старшей части стада год за годом уменьшается. Это значит, что при данной общей (естественной и промысловой) смертности (30%) биомасса стада будет стабильно понижаться на 3,5% в год ($-0,46/14,96 = -0,0348$). Для поддержания стада со стабильной биомассой интенсивность промысла должна быть уменьшена таким образом, чтобы общая смертность не превышала 24,3% в год.

Все приведенные расчеты носят гипотетический характер, как и любые другие способы моделирования, но использование в расчетах оценки ОДУ параметра прироста биомассы позволит объективно устанавливать нормы промыслового изъятия. Однако, видимо, более корректное представление о промысловом запасе и его рациональной эксплуатации могут дать более сложные модели, учитывающие большее количество характеристик: смертность, рост, возраст созревания и уровень пополнения. Все упрощенные варианты уязвимы для справедливой критики. Например, применение критерия расчета допустимого вылова как половины или всей естественной смертности не подходит для длинноциклового рыб с очень низкой естественной смертностью (белокорый палтус). Ведь если бы для какой-то размерно-возрастной группы смертность оказалась исключительно мала, то и вылов можно было бы рекомендовать близким к нулевой отметке!

Литература

- Бабаян В.К.* 2000. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ).— М.: Изд-во ВНИРО.— 188 с.
- Кузнецова Е.Н., Бондаренко М.В., Морозов А.Д.* 2001. Возрастной состав и темп роста черного палтуса норвежско-баренцево-морского стада // Вопр. ихтиологии. Т. 42. № 2.— С. 189–192.
- Малкин Е.М.* 1999. Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб.— М.: Изд-во ВНИРО.— 146 с.
- Моисеев П.А.* 1946. Некоторые данные о влиянии промысла на состояние стада камбал залива Петра Великого // Зоологический журнал. Т. 25. Вып. 5.— С. 451–458.
- Моисеев П.А.* 1953. Треска и камбалы дальневосточных морей // Известия ТИНРО. Т. 40.— С. 106–120.

Науменко Н.И. 1990. Причины длительной депрессии корфо-карагинской сельди // Биологические ресурсы шельфовых и окраинных морей.— М.: Наука.— С. 139–148.

Науменко Н.И., Бонк А.А. 1999. Корфо-карагинская сельдь // Рыбное хозяйство. Вып. 1.— С. 27–28.

Новиков Н.П. 1974. Основные черты биологии тихоокеанского палтуса в Беринговом море // Труды ВНИРО. Т. 49.— М.: ВНИРО.— С. 187–195.

Тюрин П.В. 1962. Фактор естественной смертности рыб и его значение при регулировании рыболовства // Вопросы ихтиологии. Т. 2. Вып. 3.— С. 403–427.

Яржомбек А.А. 1998. Тресковые рыбы: Справочные материалы по росту рыб.— М.: Изд-во ВНИРО.— 44 с.

Яржомбек А.А. 2000. Лососевые рыбы: Справочные материалы по росту рыб.— М.: Изд-во ВНИРО.— 110 с.

Alverson D., Pereyra W. 1969. Demersal fish exploration in the N.E. Pacific Ocean — an evaluation of exploratory fishing methods & analytic approaches to stock, size & yield forecast // J. Fish. Res. Bd. Canada. V. 26. N. 8.— P. 1985–2001.

Amundsen P., Klemendsen A., Grotnes P. 1991. Rehabilitation of stunted population of Arctic chare by intensive fishing // ISACF Inf. N. 5.— P. 13–23

Brett J., Shelbourn J., Shoop C. 1969. Growth & body composition of fingerling sockeye salmon in relation to temperature & ration // J. Sci. Fish. Res. Bd. Canada. V. 26.— P. 2363–2397.

Clark W. 1999. Decadal changes in growth & recruitment of pacific halibut // Can. J. Aquat. Sci. V. 56.— P. 243–257.

Godó O., Haug T. 1999. Growth rate & sex maturity in cod & Atlantic halibut // J. NW Atl. Fish. Sci. V. 25.— P. 115–123.

Krzykawski S. 1992. Biometric characteristics & growth of Greenland halibut from Barents Sea // Acta Ichtiol. Pisc. V. 22. N. 1.— P. 97–110.

УДК 597-152.6:639.223.5

Смертность западнокамчатского минтая по данным 1996 г.

А.А. Яржомбек, Э.А. Карпенко (ВНИРО)

Смертность и выживание являются важными характеристиками промыслового запаса и давления на него промысла. Выживание (величина обратная смертности) определяет форму «правой части» возрастной структуры улова. В настоящей работе сделана попытка определить выживание интенсивно облавливаемой популяции минтая на основании материалов тралового лова. Понимая, что распределение рыб в улове и в море — это не одно и то же, для более адекватной оценки возрастного состава минтая нами были использованы полученные данные о дифференциальной уловистости трала.

Материал и методика

Материал был собран в российско-японском научно-промысловом рейсе на траулере «Тэнью-мару 57» в период 10 февраля – 12 апреля 1996 г. в районе Охотского моря 52–57° с.ш., 154–156° в.д., на глубинах 50–200 м, мористее 15 миль от берега. Проанализировано 2078 экз. минтая. Материалы частично опубликованы [Лисовенко, 2000]. Длина рыб колебалась от 20 до 75 см с модальным классом 40–45 см для самок и 35–40 см для самцов. Масса тела колебалась в пределах 30–4500 г со средней для самок 642 г и для самцов 474 г, причем самцы с массой тела более 2,5 кг отсутствовали, а самки были редки. Улов преимущественно, на 65%, состоял из самок. Возраст 180 экз. с массой тела до 2,5 кг был определен по отолитам в лаборатории экологии рыб ВНИРО (заведующая д-р биол. наук Е.Н. Кузнецова) и в лаборатории доктора Ричарда Бимиша (Биологическая станция Нанаймо, Канада), за что мы им выражаем глубокую благодарность. Эти данные