

Практическое занятие № 34, 35

Разработка прогноза биостатистическим методом

(Продолжительность практического занятия 4 часа)

Цель практического занятия: проанализировать составления прогноз с применением биостатистического метода анализа

Рабочее задание:

1. Законспектировать теоретическую часть практического занятия;
2. Изучить составление прогноза биостатистическим методом;
3. Оформить отчет по практическому занятию.

Теоретическая часть

Биостатистический прогноз – обобщенное обозначение группы дополняющих друг друга методик, позволяющих рассчитать ВДУ и ОДУ с заблаговременностью 1-2 года. Прогноз основывается на данных о биологических показателях исследуемой популяции и статистике промысла (отсюда и его название). По сути дела, биостатистический прогноз есть не что иное, как модель популяции, которая в зависимости от наличия или отсутствия необходимой информации может предсказывать поведение системы с большей или меньшей достоверностью. Различные модификации расчетов имеют целью нивелировать недостаток исходных данных, но единой универсальной методики до настоящего времени не существует.

Формальная схема расчета прогноза вылова

Рассмотрим формальную схему оценки общего допустимого ОДУ и возможного улова ВДУ. Предположим, что необходимо рассчитать прогнозные величины с заблаговременностью 2 года.

Исходные данные

1. Численность промысловой популяции V_{Nx} в базовый году x и численность всех возрастных групп $N_{x,t}$ в интервале от возраста пополнения t_r до предельного

возраста жизни рыбы t_λ . В тех случаях, когда невозможно определение численности в возрасте t_r , за нижнюю границу возрастного ряда берется возраст первой поимки t_c .

Численность может быть определена:

- методом прямого учета (но обязательно с разбивкой на возрастные группы для оценки возрастной структуры);
 - одним из методов VPA;
 - допустимо использовать данные по относительной численности возрастных групп (например, уловы на усилия).
2. Статический параметр популяции – массы W_t по возрастным группам в интервале от t_r до t_λ .
 3. Кривая селективности фактического промысла, представленная коэффициентом селективности каждой возрастной группы q_t , или просто разбивка популяции на возрастные группы, участвующие ($t \geq t_c$), и не участвующие ($t < t_c$) в промысле.
 4. Динамические параметры – мгновенные коэффициенты естественной M и промысловой F смертности.
 5. Оценка урожайности молоди в текущем году или численности особей в возрасте $t = t_c - 2$.
 6. Величина улова в весовом выражении B_{Wx} в базовом году.

Ниже представлена матрица исходных данных биостатистического прогноза. Здесь суммарная численность запаса составляет 474,3 тыс. экз., а величина фактического улова 30,2 т. численность пополнения R в возрасте трех лет составляет 106 тыс. экз. эксплуатация популяции начинается с шестилетнего возраста:

Таблица 1

t	$N_{x,t}$	W_t	M_t	F_t	q_t
$t_r=3$	106,0	66	0,47		-
4	87,3	148	0,27		-

$t_c=5$	111,5	264	0,08	0,2	0,5
6	60,6	410	0,19	0,2	1,0
7	36,1	582	0,30	0,2	1,0
8	68,4	774	0,41	0,2	1,0
9	2,9	981	0,52	0,2	1,0
10	1,5	1197	0,63	0,2	1,0
сумма	474,3				

Ход расчетов

Оценка прогнозируемой численности эксплуатируемого запаса

По уравнению Ф. И. Баранова рассчитывается численность каждой возрастной группы, которую она будет иметь в прогнозном году $x+2$:

$$N_{x+2,t+2} = N_{x,t} e^{-Zt} e^{-Zt+1}$$

Предполагается, что в течение этого периода никакие динамические параметры не будут изменяться. Расчет проводится от групп t_r до $t_\lambda-2$. В результате получается набор значений численности или индекса численности в интервале возрастов от t_r+2 до t_λ . (табл.2).

Таблица 2

Схема расчета прогноза ОДУ и ВДУ модельной популяции

t	Год x								Год x+2					
	N	W	Z	M	F	q	G	Y _н	N	Y _н	F	ВДУ	F	ОДУ
$t_r=3$	106,0	66	0,47	0,47		0,0	0,80							
4	87,3	148	0,27	0,27		0,0	0,58							
$t_c=5$	111,5	264	0,28	0,08	0,2	0,5	0,44	3,2	50,6	1,4	0,24	1,7	0,4	2,6
6	60,6	410	0,39	0,19	0,2	1,0	0,35	4,9	50,4	4,1	0,24	4,8	0,4	7,3
7	36,1	582	0,50	0,30	0,2	1,0	0,29	3,8	57,1	6,0	0,24	7,0	0,4	10,9
8	68,4	774	0,61	0,41	0,2	1,0	0,24	8,8	24,9	3,2	0,24	3,8	0,4	5,9
9	2,9	981	0,72	0,52	0,2	1,0	0,20	0,4	11,9	1,8	0,24	2,1	0,4	3,3
10	1,5	1197	0,83	0,63	0,2	1,0	0,20	0,3	18,1	3,2	0,24	3,8	0,4	5,9

сумма	474,3							21,4	212,9	19,7		23,2		35,9
a								1,41		7,8%		8,6%		
Y_{Wfact}								30,2		27,9		32,8		50,7

В таблице, в строке, обозначенной «а», занесены некоторые вспомогательные коэффициенты, а в строке Y_{Wfact} показаны фактические и ожидаемые уловы. Использование их в расчетах описано ниже.

Учет численности пополнения

Одной из существенных проблем прогноза является оценка численности молоди, которая должна пополнить эксплуатируемое стадо. Именно поэтому важнейшим направлением ихтиологических исследований является проведение так называемых «мальковых съемок».

Возможны два варианта расчетов:

1) если различие между возрастaми t_c и t_r составляет более 2 лет, то численность молоди вообще определять не нужно, т.к. эксплуатируемый запас оценивается по неэксплуатируемой части промыслового запаса. Такие данные могут быть получены по результатам прямого учета численности, но не с помощью виртуально-популяционного анализа, поскольку ВРА оперируют только эксплуатируемым запасом,

2) если $t_c - t_r < 2$, то необходимо привлекать данные по численности молоди, которая определяется одним из специальных методов. Важным является тот факт, что прямая оценка численности молоди никогда не дает надежного результата, поэтому обычно применяется следующая схема. Если в течение ряда лет производится оценка численности молоди N_0 и численность пополнения R , то можно установить регрессионную зависимость между этими величинами в виде обычного управления Ф. И. Баранова:

$$R_{x+t_r} = N_0 e^{-M_0}$$

Предполагается, что молодь, родившаяся в году x , пополняет промысловое стадо в году $x + t_r$. Зная параметр этой зависимости M_0 , которая определяет

скорость гибели молоди в течение периода $x+x+t_r$, можно сделать прогноз численности пополнения R с необходимой заблаговременностью.

В таблице расчетная численность запаса в прогнозном году составила 212,9 тыс.экз. Как видно, ожидается снижение численности популяции, что связано с вступлением в эксплуатируемый запас низкоурожайного поколения четырехлеток.

Оценка возможного улова ВДУ

Следующая задача состоит в оценке возможного вылова по данным об ожидаемой численности популяции в прогнозном году. Если известны коэффициенты естественной M и промысловой F смертности, то прогнозный вылов для каждой возрастной группы легко оценивается по уравнению Рикера:

$$Y = F_1 q_1 N W \frac{e^{G_t - Z_t} - 1}{G_t - Z_t}$$

Здесь индивидуальная масса рыбы каждой возрастной группы может браться как средняя за ряд лет или прогнозироваться с помощью уравнению Форда-Уолфорда. В свою очередь, по этим же данным рассчитывается коэффициент весового роста:

$$G = \ln \frac{W_{x+1,t+1}}{W_{x,t}}$$

Расчет таким способом дает величину возможного улова в прогнозном году, равному 19,7 т.

Расчет допустимого улова ОДУ

Аналогичным образом, приняв во внимание оптимальную интенсивность лова F_{opt} , можно рассчитать прогноз ОДУ на год $x+2$, который окажется равным 35,9 т. Необходимо обратить внимание на следующую особенность расчета. В данном случае принято, что оптимальный возраст первой поимки t_c равен фактическому. В действительности это совершенно не обязательно. Оптимальный возраст t_c может быть как больше, так и меньше фактического, но в этом случае для достижения ОДУ необходимо будет изменять не только интенсивность (в

данном случае с 0,2 до 0,4 1/год), но и соответственно селективность промысла. В виду того, что все исходные данные имеют большую или меньшую ошибку определения, целесообразно вести поправку, учитывающую данный факт. С этой целью по формуле (422) рассчитаем теоретическую величину улова в базовом году. Как видно эта величина равна 21,4 т. и в 1,41 раз меньше фактического улова, равного 30,2 т. Используя коэффициент $a=1,41$, не трудно определить, что прогнозируемый улов составит 27,9 т, а ОДУ=50,7 т.

Основная проблема при оценке общего допустимого улова состоит в выборе оптимального коэффициента промысловой смертности. Формальная схема оценки F_{opt} , изложенная в главе, посвященной оптимальному улову, требует знания всех параметров эксплуатируемой популяции, построение промысловой модели не всегда возможно. В связи с этим в руководствах по реализации предосторожного подхода предложен ряд целевых ориентиров управления, которые в первом приближении могут быть выбраны в качестве оптимальных. К ним относятся:

F_{MSY} - промысловая смертность, обеспечивающая максимально улов (оцениваемая по продукционной модели);

F_{MMSY} - промысловая смертность, соответствующая 2/3 максимального улова;

Контрольные вопросы:

1. Как вы понимаете понятие «биостатистический прогноз»?
2. Что позволяет смоделировать биостатистический прогноз?
3. С помощью какого уравнения Вы можете рассчитать численность каждой возрастной группы в популяции?
4. Каким образом вы можете рассчитать численность мальков в водоеме?
5. С помощью какого уравнения Вы можете рассчитать прогнозные значения вылова?
6. Чем отличается понятие и расчет ВДУ и ОДУ?
7. В чем заключается основная проблема при оценке общего допустимого улова?