

Практическое занятие № 27, 28

Построение аналитической модели эксплуатируемой популяции

(Продолжительность практического занятия 4 часа)

Цель практического занятия: построение и анализ аналитической модели эксплуатируемой популяции

Рабочее задание:

1. Законспектировать теоретическую часть практического занятия;
2. Вставить пропущенные слова по смыслу по тексту практического занятия;
3. Построить аналитическую модель эксплуатируемой популяции;
4. Оформить отчет по практическому занятию.

Теоретическая часть

Аналитические промысловые модели описывают состояние популяции – ее численность, биомассу и величину улова – в виде простых уравнений в зависимости от двух параметров: скорости весового роста особей G и величину общей смертности Z ($Z = \text{---} + \text{---}$). Основное назначение аналитических моделей заключается в изучении эффекта воздействия естественной, промысловой смертности и скорости роста на величину улова, а также другие популяционные характеристики с целью выбора оптимальных параметров промысла. Различия всех аналитических моделей сводятся лишь к способу представления темпа весового роста рыб и возрастной динамики смертности.

Рассмотрим аналитические промысловые модели на примере модели Рикера.

Модель Рикера (W. E. Ricker, 1944)

У. Е. Рикер предположил более простой способ исследования динамики эксплуатируемой популяции. Если допустить, что в течение

небольшого интервала времени каждый популяционный параметр изменяется с некоторой постоянной скоростью:

$$\frac{dy}{dt} = ky,$$

Где k - скорость изменения параметра, тогда значение параметра в любой момент времени можно найти с помощью простого уравнения:

$$Y = y_0 e^{kt}$$

Модель Рикера основывается на дискретном подходе к анализу динамики эксплуатируемой популяции. Вся популяция разбивается на отдельные возрастные группы или другие группировки, для которых можно применять за постоянную величину основные динамические характеристики – скорость весового роста (G_t), естественную смертность (M_t) и промысловую смертность (F_t). Значение коэффициентов G_t , M_t , F_t , для различных групп могут быть различны.

В этом случае изменение статистических параметров популяции можно описать простыми уравнениями.

Численность:

$$\frac{dN}{dt} = -Z_t N,$$
$$N_{t+1} = N_t e^{-Z_t}.$$

Индивидуальная масса особи:

$$\frac{dW}{dt} = GW,$$
$$W_{t+1} = W_t e^{G_t},$$

Биомасса возрастной группы:

$$\frac{dB_w}{dt} = (G - Z) B_w$$
$$B_{w,t+1} = B_{w,t} e^{G_t - Z_t}$$

Для всей популяции значение какого-либо параметра будет равно сумме дискретных значений, характерных для каждой возрастной группы. Рассмотрим математическое выражение основных параметров эксплуатируемой популяции.

Улов в поштучном выражении:

а) для возрастной группы t:

$$Y_{Nt} = N_1 \frac{F_t}{F_t + M_1} (1 - e^{-(F_t + M_1)})$$

б) для всей популяции;

$$Y_N = \sum_{t=t_1}^{t=t_1} Y_{N1}$$

Улов в весовом выражении:

а) для возрастной группы t:

$$Y_{wt} = N_1 W_1 \frac{F_t}{G_t - Z_t} (e^{(G_1 - Z_1)} - 1)$$

б) для всей популяции:

$$\sum_{t=t_1}^{t=t_1} Y_{Wt}$$

Среднегодовая численность популяции будет состоять из младшевозрастной неэксплуатируемой части в интервале возрастов от t_r до t_c и эксплуатируемой части для возрастов $t_c - t_\lambda$:

а) при $t_r \leq t \leq t_c$

$$B_{N1} = N_1 \frac{1 - e^{-(M_1)}}{M_1}$$

б) при $t_c \leq t \leq t_\lambda$

$$B_{N1} = N_1 \frac{1 - e^{-(F_1 + M_1)}}{F_1 + M_1}$$

В) для всей популяции:

$$B_N = \sum_{l=l_r}^{l=l_c} B_{Nt} + \sum_{t=t_c}^{t=t_1} B_{N1}$$

Среднегодовая биомасса популяции определяется аналогичным образом:

А) при $t_r \leq t < t_c$

$$B_{w1} = N_1 W_1 \frac{(e^{G_1 - M_1} - 1)}{G_1 - M_1};$$

Б) при $t_c \leq t < t_\lambda$

$$B_{w1} = N_1 W_1 \frac{(e^{G_1 - M_1} - 1)}{G_t - Z_t};$$

В) для всей популяции:

$$B_w = \sum_{l=lr}^{l=lc} B_{w_1} + \sum_{t=tc}^{t=t1} B w_t$$

Средняя навеска особи в улове:

$$W_\lambda = \frac{Y_w}{Y_N}$$

Средняя навеска особи в популяции:

$$W_B = \frac{B_w}{B_N}$$

Используя данный подход, можно определить и все остальные параметры, необходимые для анализа промысловой популяции.

Численность и биомассу нерестового запаса, популяционную плодовитость:

$$SSN = \sum_{l=lr}^{l=lc} N_l ,$$

$$SSB = \sum_{l=lr}^{l=l\lambda} N_l W_l ,$$

$$E = \sum_{s=t}^{t=t} N_t W_T E_t$$

Преимущества модели Рикера:

- 1) очень простое выражение параметров и формул расчетов;
- 2) можно задавать любые переменные по возрастам значения естественной M , промысловой F смертностей и скорости весового роста G .

Недостатки:

- 1) сложная процедура вычисления и невозможность получения аналитического режима;
- 2) не учитывается подразделение популяции на промысловую и непромысловую части, что обуславливало трудность исследования влияния селективности промысла на популяционные параметры.

Несмотря на указанные недостатки, модель Рикера является наиболее гибкой, а сложность вычисления в настоящее время не имеет существенного значения при использовании даже простейших компьютерных технологий.

Задача:

Постройте аналитическую модель на основе модели Рикера. Исходные данные для модели: $W_n = 5000$; $K = 0,1$; $M = 0,3$; $L = 0,3$; $L = 3$; $L = 5$; $L = 6$; $L = 20$; $E = 50$.

Контрольные вопросы:

1. Как вы понимаете смысл аналитических промысловых моделей? Что это такое? В чем их отличительная особенность?
2. В чем основное отличие всех аналитических промысловых моделей?
3. В чем заключается идея модели Рикера?
4. Из чего состоит среднегодовая численность популяции в модели Рикера?
5. Какие преимущества и недостатки модели Рикера Вы можете назвать?