

Практическое занятие № 17, 18, 19, 20

Виртуально-популяционный анализ

(Продолжительность практического занятия 8 часов)

Цель практического занятия: знакомство с виртуально-популяционным анализом. Модель Державина. Метод Мерфи.

Рабочее задание:

1. Законспектировать теоретическую часть практического занятия;
2. Заполнить недостающие фрагменты по тексту;
3. Освоить метод Державина, Мерфи на практике;
4. Оформить отчет по практическому занятию.

Теоретическая часть

Виртуально-популяционный анализ (ВПА; Virtual Population Analysis, VPA) – это группа методов, базирующихся на одном принципе: используя данные по улову каждого поколения, на протяжении всей его жизни, ретроспективно оценить какова была численность i -го поколения в предыдущие годы. Параллельно с этим могут определяться и другие популяционные параметры, например коэффициент промысловой смертности.

Все модели ВПА подразделяются на две группы: к первой относится модель А.И. Державина, ко второй все современные модели ВПА, которые различаются математическим аппаратом, методом анализа и количеством видов (рис.1)

Модель А.И. Державина

Впервые метод оценки величины эксплуатируемого стада по динамике уловов применил для каспийского леща К.К. Терещенко (1917), но в наиболее законченном виде такой подход был разработан А.Н. Державиным (1922) применительно к севрюге р. Куры.

Суть метода: если имеются величины уловов $Y_{N_{x,t}}$ (x – год наблюдения, t – возраст рыбы), полученные от каждого поколения за весь период его

существования, то, просуммировав их, можно оценить начальную численность каждого поколения (табл.1).

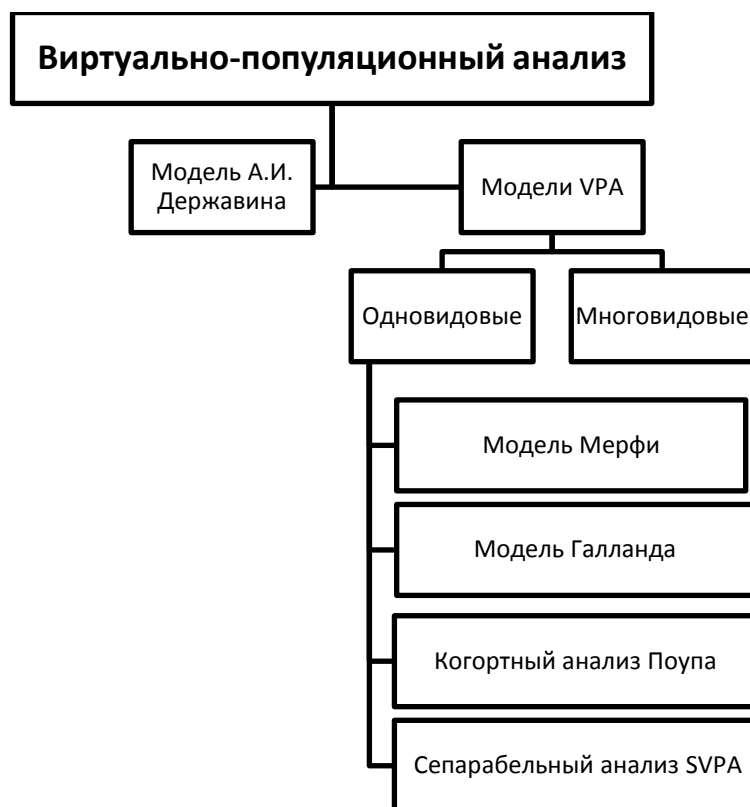


Рис.1. Структура моделей ВПА

Таблица 1

Исходные данные для расчета численности поколений

Возраст, t	Год промысла				
	1990	1991	1992	1993	1994
1	$Y_{N1990,1}$	$Y_{N1991,1}$	$Y_{N1992,1}$		
2		$Y_{N1991,2}$	$Y_{N1992,2}$	$Y_{N1993,2}$	
3			$Y_{N1992,3}$	$Y_{N1993,3}$	$Y_{N1994,3}$

Исходя из этого, начальная численность каждого поколения, родившегося соответственно в 1990, 1991 и 1992 гг., будет равна:

$$B_{N1990,1} = Y_{N1990,1} + Y_{N1991,2} + Y_{N1992,3},$$

$$B_{N1991,1} = Y_{N1992,1} + Y_{N1993,2} + Y_{N1994,3},$$

$$B_{N1992,1} = Y_{N1993,1} + Y_{N1994,2} + Y_{N1995,3},$$

В общем виде:

$$B_N = Y_{N_x, t_c} + Y_{N_{x+1}, t_{c+1}} + Y_{N_{x+2}, t_{c+2}} \dots Y_{N_{x+(t_\lambda+t_c)}, t_\lambda}$$

Где: B_N – численность пополнения;

Y_N – улов;

x – год промысла;

t_c – _____;

t_λ – _____.

Державин использовал такой подход для оценки начальной численности каждого поколения севрюги р. Куры за период с 1854 по 1996 гг. Таким образом, он оценивал влияние на пополнение различных внешних условий.

Необходимые условия для применения метода:

- наличие статистики уловов за ряд лет не короче _____ цикла рыбы;
- знание возрастного состава улова;
- допущение о постоянстве состава уловов на протяжении изучаемого периода или же ежегодного его определения на промысле.

Недостатки:

- при оценки численности суммируются только рыбы погибшие от промысла. Следовательно: _____

Если промысел и условия обитания рыб остаются постоянными на протяжении длительного времени, то минимальная численность запаса будет прямо пропорциональна истинной численности:

$$B_N = \alpha B_{N_{\min}}$$

В данном случае коэффициент пропорциональности отражает коэффициент естественной смертности.

Державин не предложил никакого математического аппарата для анализа численности популяции, хотя к тому времени уже была выпущена основополагающая работа Ф.И. Баранова. Лишь спустя более 40 лет за

рубежом Мерфи и Галланд разработали метод анализа структуры популяций на основе подхода Баранова:

$$N_{x+1,t+1} = N_{x,t} * \exp(-(F_{x,t} + M_{x,t}))$$

$$Y_{N_{x,t}} = N_{x,t} * \frac{F_{x,t}}{F_{x,t} + M_{x,t}} (1 - e^{-(F_{x,t} + M_{x,t})})$$

Где:

$N_{x+1,t+1}$, $N_{x,t}$ – начальная численность возрастной группы t в году x , и в следующем $x+1$ году, когда возраст рыбы увеличится на единицу;

$Y_{N_{x,t}}$ - улов возрастной группы t в году x ;

$F_{x,t} + M_{x,t}$ – мгновенные коэффициенты промысловой смертности и естественной смертности возрастной группы t в году x . Они могут быть зависимыми и независимыми от возраста, а величина F может изменяться по годам в связи с изменением интенсивности промысла.

Виртуальная популяция V – суммарная численность рыб, принадлежащих разным возрастным классам, которые находятся в водоеме в данный момент времени и будут выловлены в текущем и во всех последующих годах.

Термин «виртуальная популяция» был предложен Фраем, но по своему содержанию он практически идентичен понятию «минимальная численность запаса», которое использовал Державин. Отличия заключаются в том, что через сумму уловов оцениваются не только численность рыб первого возраста, но и всех остальных возрастных групп в каждом году.

Если известны величины уловов каждой возрастной группы в течение достаточно большого периода времени, то суммирование уловов получаемых от каждого поколения на протяжении всей его жизни позволяет получить виртуальную численность этого поколения:

$$V_{1990,1} = Y_{N1990,1} + Y_{N1991,2} + Y_{N1992,3} ,$$

$$V_{1990,2} = Y_{N1990,2} + Y_{N1991,3},$$

$$V_{1990,3} = Y_{N1990,3},$$

В результате получается матрица виртуальной популяции:

Возраст, t	Год промысла, x				
	1990	1991	1992	1993	1994
1	$V_{N1990,1}$	$V_{N1991,1}$	$V_{N1992,1}$	$V_{N1993,1}$	$V_{N1994,1}$
2	$V_{N1990,2}$	$V_{N1991,2}$	$V_{N1992,2}$	$V_{N1993,2}$	$V_{N1994,2}$
3	$V_{N1990,3}$	$V_{N1991,3}$	$V_{N1992,3}$	$V_{N1993,3}$	$V_{N1994,3}$

Общая схема ВПА:

1. Исходные данные:

- улов каждой возрастной группы по годам ($Y_{N,x,t}$, в экз.) в течение периода не меньше продолжительности жизни поколения;

- мгновенный коэффициент естественной смертности либо постоянная для всех возрастных групп M , либо зависимый от возраста рыбы M_t . Принимается, что в течение периода наблюдений коэффициент естественной смертности не изменяется.

2. Дополнительная информация (задается):

- мгновенный коэффициент промысловой смертности F_N для всех возрастных групп в последний год наблюдения;

- мгновенный коэффициент промысловой смертности самой старшей возрастной группы F_N за весь период наблюдения.

3. Определяется в результате расчетов:

- мгновенный коэффициент промысловой смертности для всех возрастных групп за весь период наблюдения;

- численность всех возрастных групп за весь период наблюдения.

Если имеются данные по темпу роста, созревания и селективности промысла, можно дополнительно определить биомассу эксплуатируемого запаса FSB и биомассу нерестового стада SSB .

Контрольные вопросы:

1. Что такое виртуально-популяционный анализ?
2. На сколько групп подразделяются модели ВПА?
3. В модели Державина как Вы можете рассчитать начальную численность каждого поколения?
4. В чем отличие модели Державина от модели Мерфи и Галланда?
5. Что такое виртуальная популяция?