

Практическое занятие № 2, 3

Построение модели формирования возрастной структуры популяции

Продолжительность практической работы 4 часа

Цель практического занятия: построить модель формирования возрастной структуры популяции

Рабочее задание:

1. Законспектировать теоретическую часть практического занятия;
2. Вместо точек по тексту вставить подходящие по смыслу слова из предложенных ниже;
3. Построить модель формирования возрастной структуры популяции для трех значений действительного коэффициента естественной смертности. Первые два значения коэффициента не зависят от возраста, а последний – изменяется в соответствии общебиологическим закономерностям: смертность максимальна в младших возрастных группах, уменьшается в средних, возрастает у старых рыб.;
4. Построить кривые населения в простой и полулогарифмической системе координат;
5. Построить общий график кривых населения для трех вариантов расчетов;
6. Сделать выводы:
 - о периоде стабилизации популяции;
 - о влиянии на период стабилизации величины естественной смертности;

- о влиянии величины естественной смертности и ее возрастной изменчивости на форму кривой выживания.

Теоретическая часть

Устойчивое рыболовство нацелено на долговременную эксплуатацию продукционных свойств эксплуатируемых популяций рыб. Впервые способ теоретического отображения динамики популяции рыб был разработан Ф.И.Барановым в 1918 году. Баранов впервые ответил на вопрос о том, каким должно быть нормальное состояние стада рыбы и возможно ли при существовании промысла сохранить рыбные запасы в стабильном состоянии.

Предположим, что существует некоторый изолированный водоем, в котором не имеют места ни эпидемии, ни резкие колебания гидрологических факторов и тому подобные явления, вызывающие случайные изменения в составе рыбного населения. Рассмотрим судьбу одного поколения рыб, которые в некоторый начальный момент времени t_0 появляются в водоеме и имеют численность N_0 . Через определенный промежуток времени, например год, возраст рыб увеличится на единицу, а численность обязательно снизится под воздействием комплекса естественных факторов - ... и достигнет значения N_1 . К следующему году возраст рыб опять увеличится на единицу, а численность поколения снизится до значения N_2 . Проследив за судьбой поколения, мы можем построить **кривую выживания**, как геометрическое место точек, описывающих изменение численности поколения в течение его жизни.

Форма кривой выживания определяется смертностью рыб Z , т.е. той скоростью, с которой происходит убыль численности поколения, а ее положение – начальной численностью поколения N_0 .

Стабильная популяция – популяция, у которой возрастная структура и численность остается неизменными на протяжении определенного промежутка времени.

Кривая выживания и кривая населения стабильной популяции описываются уравнением Ф.И. Баранова:

$$N_t = N_0 * e^{-Zt} \quad (1)$$

Логарифмируя уравнение Баранова, приходим к линейной зависимости численности от возраста:

$$\ln N_t = \ln N_0 - Zt \quad (2)$$

Такое представление бывает удобным при построении графиков кривых выживания в полупологарифмической системе координат.

Величина мгновенного коэффициента общей смертности может быть представлена как сумма двух компонентов – естественной (M) и промысловой (F) смертностей:

$$Z = M + F \quad (3)$$

Тогда уравнение Баранова примет вид:

$$N_t = N_0 * e^{-(M+F)*t} \quad (4)$$

Данное уравнение может быть применено для описания кривой выживания только тогда, когда значение смертности не зависит от возраста рыб.

В более общем случае процесс динамики численности поколения в течение одного года может быть описан с помощью двух уравнений:

- 1) Через действительный коэффициент общей (φ_{Zt}) или естественной (φ_{Mt}) смертности, специфичной для каждой возрастной группы

$$N_{x+1, t+1} = N_{x,t} (1 - \varphi_{Zx,t}) \quad (5)$$

$$N_{x+1, t+1} = N_{x,t} (1 - \varphi_{Mx,t}) \quad (6)$$

2) Через мгновенный коэффициент общей (Z_t), естественной (M_t) и промысловой смертностей (F_t):

$$N_{x,t+1} = N_{x,t} * e^{-Z_{x,t}} \quad (7)$$

$$N_{t+1} = N_t * e^{-(M_t + F_t)} \quad (8)$$

x – год наблюдения.

Коэффициент смертности:

$$Z_t = -\ln(N_{t+1}/N_t) \quad (9)$$

В том случае, когда численность пополнения не остается постоянной, а совершает определенные колебания во времени (например, различные условия размножения в разные года), популяция никогда не приходит в стабильное состояние, а претерпевает определенные флюктуации, которые отражаются на ее возрастной структуре. В результате кривая населения уже не будет тождественна кривой выживания.

Если известен мгновенный коэффициент промысловой смертности F , 1/год, который характеризует скорость уменьшения численности рыб под воздействием промысла, можно определить действительный коэффициент промысловой смертности ϕ_F , показывающий долю или процент особей, которые изымаются промыслом из популяции. Между двумя этими величинами (при условии, что M не действует) существует простое соотношение:

$$\phi_F = (1 - e^{-F}) \quad (10)$$

Степень воздействия промысла на популяцию может также быть представлена в виде коэффициента эксплуатации, как отношение величины улова Y_N к начальной численности популяции N

$$u = Y_N/N \quad (11)$$

Регулирование рыболовства может осуществляться путем ограничения интенсивности эксплуатации предельной величиной мгновенного коэффициента промысловой смертности F_{lim} или максимальным процентом изъятия ϕ_{Flim} .

Исходные данные

Вариант		Возраст t, годы										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	φ_{M1}	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	φ_{M2}	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	φ_{M3}	60	30	25	20	15	20	25	30	40	50	60
2	φ_{M1}	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	φ_{M2}	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
	φ_{M3}	63	32	27	22	17	22	27	32	42	52	62
3	φ_{M1}	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	φ_{M2}	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
	φ_{M3}	63	33	28	23	18	23	28	33	43	53	63

Необходимо:

1. Исследовать каким образом формируется возрастная структура популяции из некоторой начальной численности молодежи при выполнении «идеальных» условий: постоянного пополнения популяции молодежью и неизменной в течение некоторого периода скорости гибели особей
2. Изучить закономерности стабилизации популяции и проверить влияет ли на возможность перехода популяции в стабильное состояние величина естественной смертности, ее возрастная изменчивость, а также величина промысловой смертности
3. Изучить процесс формирования кривой населения нестабильной популяции в условиях непостоянства пополнения