

Практическое занятие № 1

Анализ формальной теории жизни рыб

Продолжительность практической работы 2 часа

Цель практического занятия: Проанализировать формальную теорию жизни рыб

Рабочее задание:

1. Законспектировать теоретическую часть практического занятия;
2. Вместо точек по тексту вставить подходящие по смыслу слова из предложенных ниже;
3. Проанализировать уравнения Рассела, изменяя параметры уравнения;
4. Решить задачу на основе уравнения Ф.И. Баранова, заполнив таблицу 1;
5. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретическая часть

Понятие «популяция», «стадо», «единица запаса»

Устойчивое рыболовство нацелено на долговременную эксплуатацию некоторой совокупности особей рыб, обитающих в рыбохозяйственном водоеме или приуроченных к некоторой его части, например, к промысловому району. Данная совокупность обладает известными биологическими свойствами, которые обуславливают возможность ее изучения и промыслового использования как некоторой неделимой

- а) популяция;
- б) стадо;
- в) единица запаса.

В ихтиологии используется несколько понятий, описывающих единицу запаса:

Популяция (Population) – одновидовая, разновозрастная, самовоспроизводящая группировка особей, на протяжении длительного времени обитающая на определенной территории (ареале) и в достаточной степени отграниченная от других аналогичных группировок (популяций).

Стадо (Stock) – группа особей одного вида, занимающих определенное пространство и имеющих одинаковую репродуктивную тактику и незначительную иммиграцию особей, принадлежащих другим стадам. Выделение стада определяется целями изучения или управления.

Таким образом, для небольших водоемов понятие «стадо» и «популяция» оказываются практически идентичными. Для крупных водоемов вполне возможно существование нескольких локальных популяций внутри одного стада, по которому применяется единая тактика промысла и управления.

Первопричины, определяющие динамику популяции

Всякая популяция животных может рассматриваться как открытая самовоспроизводящаяся система, которая при любых изменениях в ней стремится к состоянию равновесия. Условия стабильности системы были сформулированы английским ученым Расселом (1931 г.), в виде аксиомы. Рассел считал, что на протяжении определенного промежутка времени биомасса популяции остается неизменной, если рост веса равен его убыли.

Первопричинами, обуславливающими ... любой части изолированной популяции являются: пополнение, весовой рост, естественная смертность и вылов.

Уравнение Рассела для популяции рыб:

$$B_2 = B_1 + (R+G) - (M+F),$$

Где V_2, V_1 – общая масса популяции в начале и в конце рассматриваемого периода;

R – пополнение;

G – рост;

M – естественная смертность;

F – вылов.

Исходя из аксиомы Рассела, популяция будет стабильна, если:

$$R + G = M + F$$

Уравнение Рассела лежит в основе всех продукционных моделей.

Уравнение Рассела хотя и объясняет закономерности динамики популяции, но ввиду своего общего характера не позволяет вскрыть механизм этой динамики. Например, совершенно очевидно, что скорость роста G зависит от ряда параметров популяции ... и не будет оставаться постоянной при переходе системы из состояния V_1 в состояние V_2 .

Впервые способ теоретического отображения динамики популяции был разработан Ф.И. Барановым. Баранов впервые ответил на вопрос о том, каким же должно быть нормальное состояние стада рыб и нормальное состояние промысла и возможно ли при существовании промысла сохранить рыбные запасы в их первоначальном состоянии.

В результате анализа известных к тому времени данных о динамике промысла североморской камбалы им была разработана так называемая «формальная» теория жизни рыб.

Уравнение Ф.И. Баранова

$$\frac{dx}{dt} = -ZN$$

N – численность возрастной группы;

t – время;

Z – коэффициент пропорциональности, одинаковый для всех возрастных групп.

Смысл уравнения: за элементарный (очень маленький) промежуток времени dt численность рыб уменьшится на величину dN , равную Z -той части фактической численности N .

Задача:

Имеется 100 рыб (N), из которых каждые сутки (dt) гибнет 10% ($Z = 0,1$). Требуется определить какова будет численность популяции на десятый день.

Таблица 1

Расчет изменения численности популяции рыб

День	Численность N	Количество погибших особей dN	Количество выживших особей
1	100		
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Теперь необходимо определить закон, по которому в зависимости от времени (возраста) изменяется численность рыб. Разделяя переменные и интегрируя уравнения, получаем:

$$\frac{dx}{dt} = -ZN$$

$$\int \frac{dN}{dt} = - \int ZN$$

$$\int \frac{dN}{N} = -Z \int dt$$

$$\ln N = -Zt + C$$

$$N = Ce^{-Zt}$$

$$N_0 = Ce^{-Z \cdot 0}$$

$$C = N_0$$

Таким образом, получаем: $N_t = N_0 \cdot e^{-Zt}$

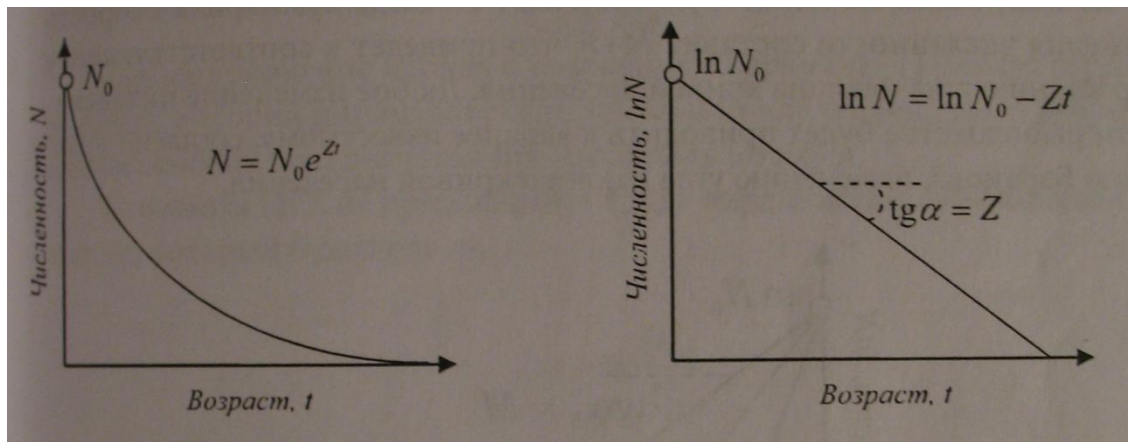


Рис.1. Кривая выживания по Ф.И. Баранову

Рассмотрим характер воздействия промысла на кривую выживания популяции. Очевидно, что чем больше коэффициент смертности, тем больше будет угол наклона логарифмической кривой населения.

Предположим, что в отсутствие промысла уменьшение численности особей будет определяться только величиной естественной смертности, и следовательно, угол наклона кривой будет равен $\text{tg } \alpha_0 = M$ (рис.2). Допустим также, что в определенных пределах изменение суммарной численности популяции молоди будет неизменной. Начало промысловой эксплуатации означает увеличение скорости изъятия особей из популяции на некоторую величину F . Тогда суммарная скорость снижения численности составит $M + F$, что

приведет к соответствующему возрастанию угла наклона кривой населения. Любое изменение интенсивности рыболовства будет приводить к заранее известному, согласно уравнению Баранова, изменению угла наклона кривой населения.

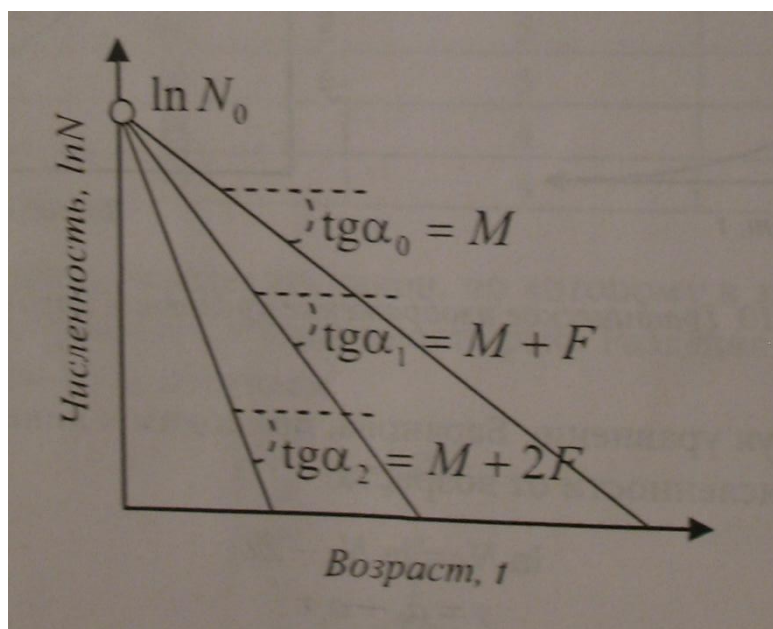


Рис. 2. Изменение угла наклона кривой населения под воздействием промысла

Условия применения уравнения Баранова:

1. Стабильность популяции
2. Скорость убыли должна не зависеть от возраста

Выводы:

1. Динамика численности каждого поколения и кривая населения популяции описываются уравнением Баранова;
2. Скорость уменьшения численности определяется величиной коэффициента смертности. Тангенс угла наклона кривой населения численно равен коэффициенту смертности.

Интенсивность промысла приводит к увеличению наклона кривой населения;

3. Логарифм отношения численности двух смежных возрастных групп равен величине коэффициента смертности.

Контрольные вопросы:

1. Что означает понятия популяция?
2. Что означает понятие стадо?
3. Что означает понятие единица запаса?
4. В чем разница между понятиями популяция, стадо и единица запаса?
5. В чем смысл уравнения Рассела?
6. Опишите уравнение «формальной» теории жизни рыб
7. В чем смысл «формальной» теории жизни рыб?
8. Существуют ли какие либо условия применения уравнения Баранова? Если есть, то какие?