Практическое занятие № 21, 22

Кривые индивидуального роста. Типы роста популяций

(Продолжительность практического занятия 4 часа)

Цель практического занятия: знакомство и анализ кривых индивидуального роста особи.

Рабочее задание:

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

Теоретическая часть

Под ростом понимается изменение суммарной биомассы все возрастных групп популяции во времени. В результате изучения роста популяции предполагается: 1)знание закона изменения численности возрастных групп; 2)установление возрастной динамики биомассы поколения; 4)изучение закономерностей роста всей популяции. Знание закономерностей роста популяции позволяет подойти к оценке ее продуктивности.

<u>Индивидуальный рост</u>

Выделяет два показателя, характеризующие рост особи:

1)линейный рост dL/dt, который описывает скорость изменения длины рыбы во времени;

2)весовой рст dW/dt, определяющий изменение массы тела рыбы.

В отличие от скорости роста популяции (биомассы) индивидуальная скорость роста, как правило, не может принимать отрицательных значений (в особенности для линейного).

Между линейным и весовым ростом рыб существует четкая зависимость, которая характеризуется соотношением массы тела особи с ее длиной:

$$W = w_o L^{w_l}$$

Эмпирические коэффициенты w_o и w_l являются видоспецифическими и определяются формой тела рыбы. Так степенной коэффициент измеряется от 2,0 у рыб с прогонистым телом до 3,2 у высокотелых и округлых рыб. Корме того коэффициенты зависят от ряда физиологических особенностей. Так, w_l у самок обычно больше, чем у самцов.

Для большинства видов рыб коэффициент w_l близок к трем, это позволяет во многих случаях использовать кубическую зависимость массы тела рыбы от ее длины:

$$W=w_o L^3$$

При этом незначительная ошибка данного уравнения по сравнению с компенсируется удобством его использования. Кубическая зависимость длина – масса применяются в уравнении Берталанфи и промысловой модели Бивертона – Холта.

Логарифмируя выражения, приходим к линейной зависимости между логарифмом массы и логарифмом длины особи.

$$\text{InW}= \ln w_o + w_l \ln \text{L}.$$

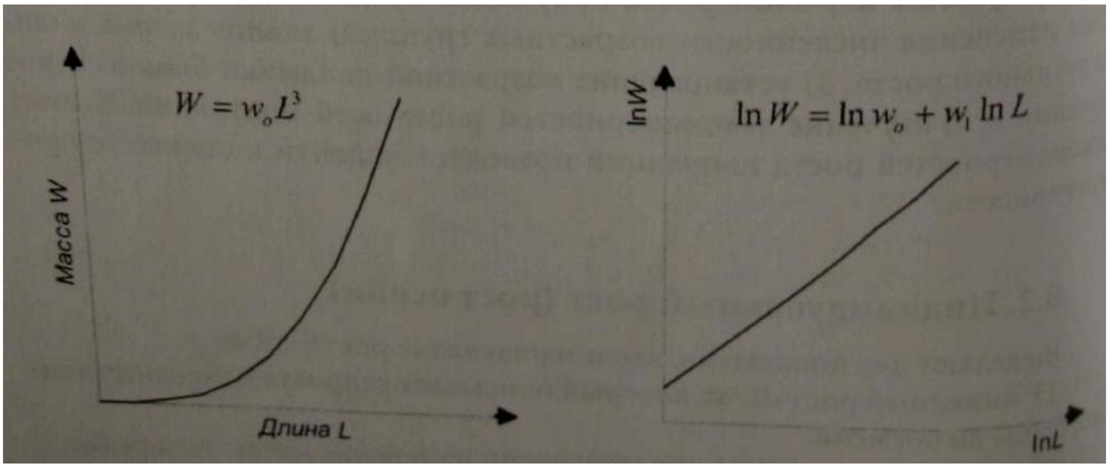

Рис.1. Зависимость длина-масса

Эмпирические коэффициенты легко находятся методом наименьших квадратов, и они известны для большинства видов рыб. Таким образом, зная длину, можно всегда определить соответствующую ей массу особи и наоборот. Это имеет важное значение при провидении полевых исследований. Измерение длины рыбы является значительно менее трудоемкой операцией, чем определение массы, поэтому в ряде случаем оказывается более выгодным проводить сбор данных по длине особей (массовые промеры, биологический анализ), а затем, зная параметры уравнения сделать пересчет на массу особей.

В целях математического описания собственно роста особи используя 5 видов функций: 1) линейная, 2)экспоненциальная, 3)степенная, 4)уравнение Форда - Уолфорда и 5)уравнение Берталанфи.

Линейная функция

В основе линейной функции лежит допущение том, что скорость роста равна некоторой константе К: $\frac{dL}{dt} = K_L$;

$$\frac{dW}{dt} = K_W.$$

Например, за один год, рыба прирастает на величину К= 5см. В этом случае закон индивидуального роста может быть описан простыми линейными уравнениями

$$L_t = L_0 + K_L t$$

$$W_t = W_0 + K_W t$$

где L_0 и W_0 – длина и масса особи в нулевом возрасте.

Задание:

Постройте график роста при условиях, приведенных в таблице 1. Подумайте, чему будет равен тангенс угла наклона?

Таблица 1

Исходные данные для построения графика роста особи

Время	L (см)	W (г)
0	0	0
1	12	150
2	20	300
3	30	400

На практике данная функция пригодна для линейного роста, но, как правило, неприемлема для описания весового роста.

Экспоненциальная функция

Экспоненциальный закон роста исходит из предположения том, что увеличение длины или массы рыбы происходит с некоторой постоянной скоростью G, например, прирост длины и массы составляет 10% в год;

$$\frac{dL}{dt} = G_L L;$$

$$\frac{dW}{dt} = G_w W;$$

Интегрируя данные уравнения, получаем значение длины и массы особи в любой момент времени t:

$$L_t = L_0 e^{G_L t};$$

$$W_t = W_0 e^{G_W t};$$

Функция не имеет предела и поэтому может описывать рост только на коротких промежутках времени. Например, в промысловой модели Рикера коэффициент G_w описывает скорость роста для каждой возрастной группы (можно описывать рост месяцам, неделям или даже сутками для молоди).

Удобство данной функции заключается в том, что по форме она сходна с уравнением Баранова, поэтому легко можно описать динамику биомассы

Задание:

Постройте график экспоненциального роста при условиях, что $L_0 = 0$; $L_1 = 3$; скорость роста составляет 10 % в год.

Степенная функция

Степенное уравнение роста (параболическое) предполагает, что в процессе увеличения размеров тела (длины или массы) скорость роста не остается константой, а изменяется:

$$\frac{dL}{dt} = (aL^{b'})L$$

$$\frac{dW}{dt} = (aW^{b'})W$$

Здесь скорость роста будет равна $aL^{b'}$ и $aW^{b'}$ соответственно для линейного и весового роста. Интегрируя данные уравнение, получаем:

$$L_t = at^b$$

$$W_t = at^b$$

В зависимости от значения коэффициента b степенное уравнение роста будет иметь различную графическую форму. Если b>1, то кривая роста будет иметь выпуклую форму (скорость роста с возрастом), а если b<1 – вогнутую форму (скорость роста с возрастом уменьшается). Если коэффициент b=1, то мы получаем линейную функцию роста. Для рыб, как правило, коэффициент и оказывается меньше единицы. Коэффициент a численно равен длине или массе особи в возрасте 1 год.

Задание:

Постройте график степенного роста при условиях, что 1)b = 0,5; 2)b = 1,2; 3)b = 1. Коэффициент а взять из таблицы 1.

Контрольные вопросы:

1.Как Вы понимаете термин «рост» особи?

2.Как Вы понимаете график линейного, экспоненциального и степенного роста особи? В чем их отличия?

3.В чем заключается смысл изучения роста особи и популяции в целом?

4.Существует ли взаимосвязь, а если да, то как она выражается, между линейным и весовым ростом рыб?

5.Какя зависимость между длиной и массой рыбы в уравнении Берталанфи?