



Информационная модель развития популяции

***Лабораторная работа по теме
«Моделирование»***

Автор: Лимаренко А.И., Учитель информатики и ИКТ гимназии 446

Информационная модель развития популяции

В биологии при исследовании развития биосистем строятся динамические модели изменения численности популяций различных живых существ (бактерий, рыб, зверей) с учетом различных факторов.

Взаимовлияние популяций рассматривается в моделях типа «жертва-хищник».

1. Модель неограниченного роста. Численность популяции ежегодно увеличивается на определенный процент.

Математическая модель:

$$X_{n+1} = a * X_n, \text{ где } a\text{-коэф. роста.}$$

например, если ежегодный прирост численности популяции составляет 5%, то $a=1,05$.

2. Модель ограниченного роста. Учитывается эффект перенаселенности, связанный с нехваткой питания, болезнями и т.д.

$$X_{n+1} = (a - b * X_n) * X_n, \text{ где } b\text{-коэф. перенаселенности.}$$

3. Модель ограниченного роста с отловом.

Учитывается влияние ежегодного отлова промысловых животных.

$$X_{n+1} = (a - b * X_n) * X_n - C$$

-где C - величина ежегодного отлова.

4. Модель «жертва-хищник». Наиболее важным типом является взаимодействие между жертвами и хищниками:

$$X_{n+1} = (a - b * X_n) * X_n - C - f * X_n * Y_n$$

-где Y_n – количество хищников,

$(X_n * Y_n)$ количество встреч жертв и хищников,
 f -коэффициент, который показывает возможность гибели жертвы при встрече с хищниками.

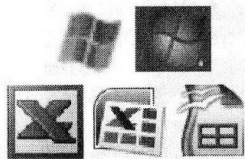
5. Модель «жертва-хищник» с учетом численности популяции хищников. Численность популяции хищников в отсутствии жертв (нет пищи) уменьшается, что можно описать рекуррентной формулой:

$$Y_{n+1} = d * Y_n$$

- где коэф. $d < 1$ характеризует скорость уменьшения численности популяции хищников,

6. Увеличение популяции хищников пропорционально количеству жертв и хищников. А коэф. G характеризует величину роста численности хищников за счет жертв:

$$Y_{n+1} = d * Y_n + g * X_n * Y_n$$



Компьютерная модель «Численность популяций» в электронных таблицах



1. В ячейки B2 и B7 ввести начальные значения численности популяций жертв и хищников. Для простоты примем начальные количества жертв X1 и хищников Y1 за единицу (рис. 1.25).

В ячейки B3:B6 ввести значения коэффициентов a , b , c и f , влияющих на изменение численности жертв.

В ячейки B8 и B9 внести значения коэффициентов d и g , влияющих на изменение численности хищников.

	A	B
1		
2	X1=	1,00
3	a=	1,60
4	b=	0,05
5	c=	0,30
6	f=	0,06
7	Y1=	1,00
8	d=	0,90
9	g=	0,05

Рис. 1.25. Ввод начальных значений

В столбце D будем вычислять численность популяции в соответствии с моделью неограниченного роста, в столбце E — ограниченного роста, в столбце F — ограниченного роста с отловом, в столбцах G и H численность популяций жертв и хищников.

2. В ячейки D2, E2, F2, G2 и H2 внести значения начальной численности популяций.

В ячейку D3 внести рекуррентную формулу неограниченного роста $=B\$3*D2$.

В ячейку E3 внести рекуррентную формулу ограниченного роста $=(B\$3-B\$4*E2)*E2$.

В ячейку F3 внести рекуррентную формулу ограниченного роста с отловом $=(B\$3-B\$4*F2)*F2-B\$5$.

В ячейку G3 внести рекуррентную формулу роста жертв $=(B\$3-B\$4*G2)*G2-B\$5-B\$6*G2*H2$.

В ячейку H3 внести рекуррентную формулу роста хищников $=B\$8*H2+B\$9*G2*H2$.

3. Скопировать внесенные формулы в ячейки столбцов командами [Правка-Заполнить-Вниз].

В ячейках столбцов ознакомиться с динамикой изменения численности популяций (рис. 1.26).

D	E	F	G	H
Неогр. рост	Огран. рост	С отловом	Жертвы	Хищники
1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
1,6	1,6	1,3	1,2	1,0
2,6	2,4	1,6	1,5	0,9
4,1	3,5	2,2	1,9	0,9
6,6	5,0	2,9	2,4	0,9
10,5	6,7	4,0	3,1	0,9
16,8	8,5	5,2	4,0	0,9
26,8	10,0	6,7	5,1	1,0
42,9	11,0	8,2	6,3	1,2
68,7	11,5	9,5	7,3	1,5
110,0	11,8	10,4	8,1	1,9
175,9	11,9	10,9	8,5	2,4
281,5	12,0	11,2	8,4	3,2
450,4	12,0	11,3	8,0	4,2
720,6	12,0	11,4	7,3	5,5
1152,9	12,0	11,5	6,3	7,0
1844,7	12,0	11,5	5,2	8,4
2951,5	12,0	11,5	4,0	9,8
4722,4	12,0	11,5	3,0	10,8
7555,8	12,0	11,5	2,1	11,3
12089,3	12,0	11,5	1,4	11,3

Рис. 1.26. Динамика изменения численности популяций

Для визуализации компьютерной модели построим графики изменения популяций с течением времени.

4. Выделить столбцы данных D, E, F, G, H и построить диаграмму типа График.

Появятся графики изменения численности популяций в соответствии с моделями неограниченного роста, ограниченного роста, ограниченного роста с отловом, количества жертв и хищников в модели «жертва-хищник» (рис. 1.27).

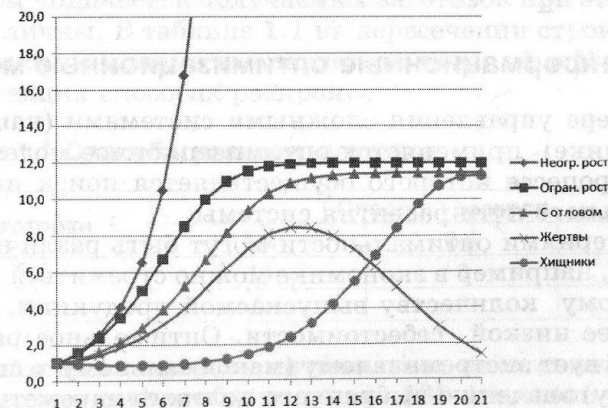


Рис. 1.27. Графики изменения численности популяций

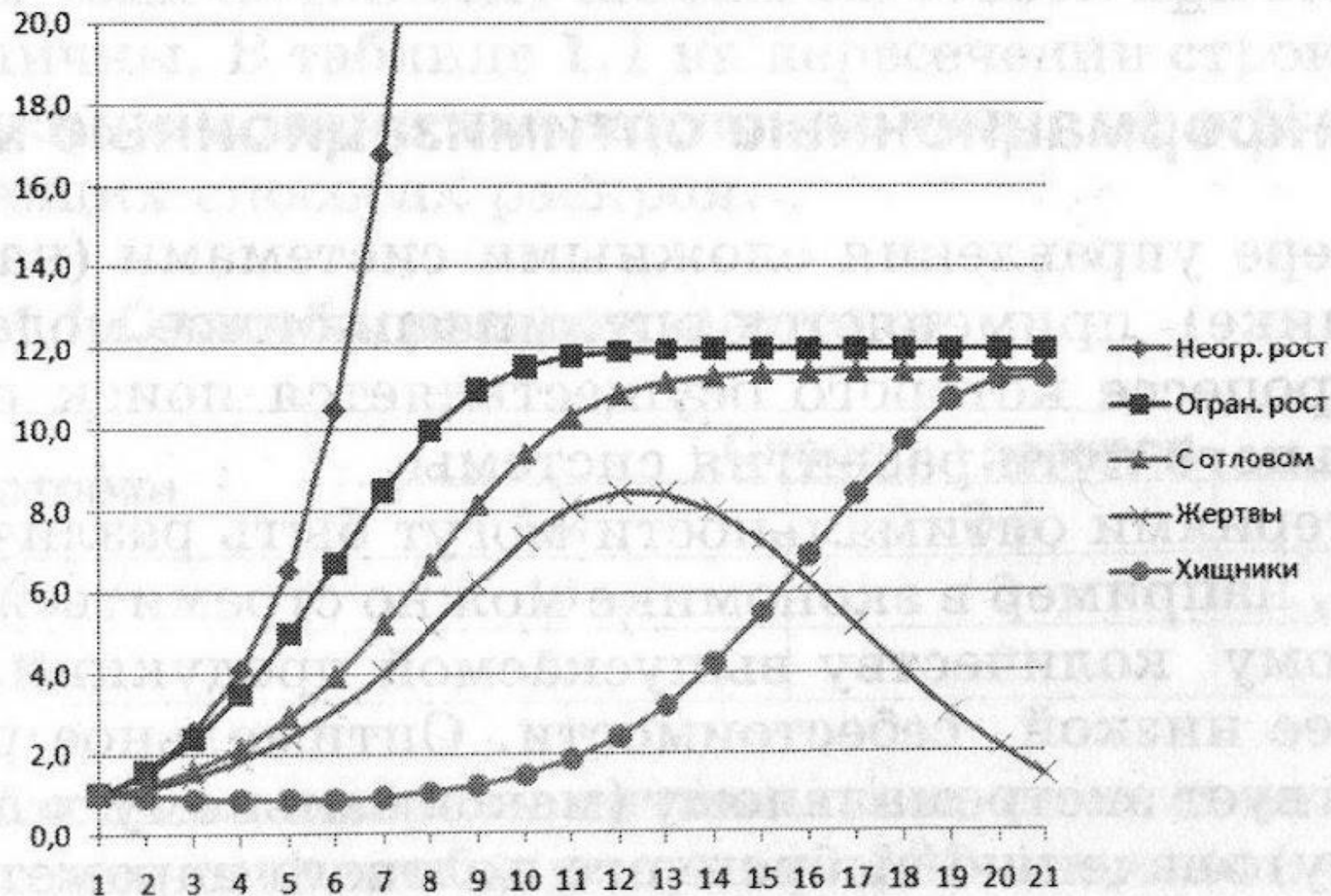


Рис. 1.27. Графики изменения численности популяций

Исследование модели.

Изменяя значение начальной численности популяций и коэффициентов можно получать различные варианты изменения численности популяций в зависимости от времени.

Вопросы:

1. Как влияет отлов на численность популяции?
2. Что происходит с количеством жертв и хищников на 12-15 год?
3. Почему численность популяций в моделях ограниченного роста и ограниченного роста с отловом при некоторых значениях параметров фактически совпадают?
4. Почему численность популяций в модели «Жертва-хищник» фактически находятся в противофазе?

Спасибо за внимание !