

**Интегрированный урок биологии - информатики**

**«Динамика биологических**

**«Математическое моделирование.  
Биологические модели развития**

**Учитель биологии Кузнецов Владимир Аркадьевич**

**Учитель информатики Волкова Елена Ивановна**

**МОУ СОШ №2**

**Новоалександровского района Ставропольского края,  
2008 год**



## Повторим некоторые биологические термины:

**Вид -** формы живой материи, представленные совокупностью особей, сходных между собой по морфологическим и физиологическим особенностям, имеющих общее происхождение, свободно скрещивающихся между собой, дающих плодовитое потомство и занимающих определенную область распространения (ареал).

**Популяция -** совокупность особей определенного вида, в течение достаточно длительного времени населяющих определенное пространство. Популяция – элементарная эволюционная единица, она обладает собственной эволюционной судьбой.

**Условия, влияющие на численность популяции -** пищевые ресурсы, ограниченность ареала обитания, эпидемии, болезни, природные катастрофы и т.д.

**Динамика популяций -** колебания или изменения численности популяций во времени.

**Движущие силы эволюции -** наследственность, изменчивость, естественный отбор

**Ёмкость среды -** способность территории вмещать определённое количество особей.





**Рост численности популяций любого вида в природе никогда не бывает бесконечным. Рано или поздно популяция сталкивается с ограничениями, не позволяющими ей наращивать далее своё обилие. Ресурсы, за счёт которых существуют виды – пища, убежища, подходящие места для размножения и т.п., на любой территории имеют пределы. В природных условиях численность популяций обычно колеблется вокруг определённого уровня, соответствующего ёмкости среды.**



**Графики на рисунке слева (рис.1) отображают теоретический и практический рост популяции**

Пунктирной линией изображён теоретический рост популяции. По графику видно, что численность популяции растёт безгранично.

Сплошная кривая отображает рост популяции в природе (практический). Точка *A* на графике соответствует начальному числу особей, точка *D* - тому, которое устанавливается в соответствии с ёмкостью среды и соответствует стабилизации. Точки *B*, *C* и *D* отображают критические численности популяции, изменяющие темп её роста. Из всего сказанного следует, что в популяции с определённого момента рождаемость и смертность, приток и отток особей начинают уравнивать друг друга.

**Характер данной кривой отображает основные законы роста всех видов популяций.**

**Безграничный рост численности популяции губителен для любого вида, так как приводит к подрыву его жизнеобеспечения.**

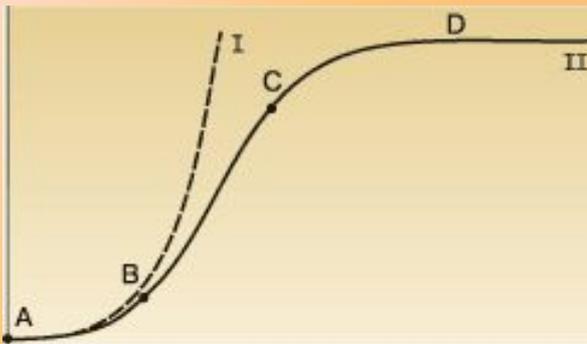


Рис.1

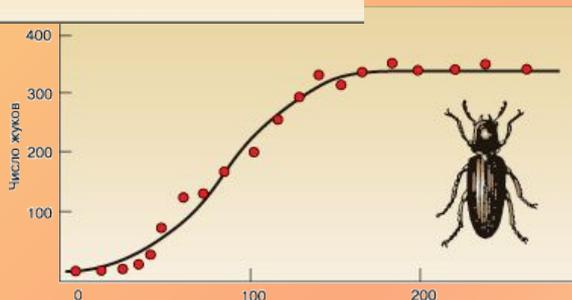


Рис. 2

В биологии при исследовании развития биосистем строятся информационные модели изменения численности различных живых существ (бактерий, рыб, животных и пр.) с учётом различных факторов. Взаимовлияние популяций друг на друга рассматривается в моделях типа «хищник – жертва».

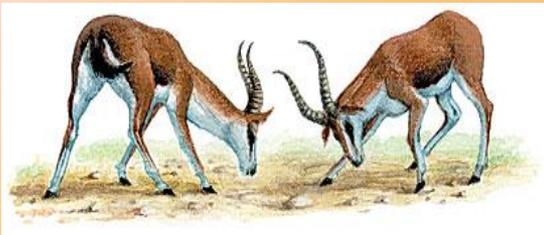


## Виды моделей развития популяций:

- модель неограниченного роста (теоретическая);
- модель ограниченного роста (практическая);
- модель ограниченного роста с отловом;
- модель «хищник – жертва» (взаимодействия с другими популяциями).



Саранча



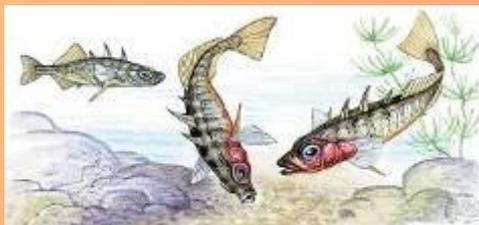
Антилопы



Волки загоняют лося



Сибирский шелкопряд



Корюшка



## Повторим некоторые термины темы «Моделирование»:

- Модель** - это некий новый объект, который отражает существенные особенности изучаемого объекта, процесса или явления.
- Виды моделей** - Модели предметные (материальные) и информационные. Предметные воспроизводят геометрические, физические и др. свойства объектов в материальной форме, информационные – в знаковой или образной.
- Система объектов** - совокупность взаимосвязанных объектов, которые называются элементами системы.
- Виды информационных моделей** - статистические (описывают состояние системы в определённый момент времени) и динамические (описывают процессы изменения и развития систем) модели.
- Способы построения компьютерных моделей** -  
1) Построение алгоритма и его кодирование на одном из языков программирования;  
2) Построение модели с помощью одного из приложений (MS Excel, MS Access и др.)
- Моделирование** - метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей.



## Основные этапы разработки модели:

- **построение описательной модели** ( выделяет существенные параметры объекта, а несущественными пренебрегает);
- **формализация модели** (модель записывается с помощью формального языка с помощью формул, неравенств, уравнений, фиксируются соотношения между начальными и конечными значениями свойств объектов, накладываются ограничения на допустимые значения этих свойств);
- **построение компьютерной модели** (на языке программирования или с помощью приложений, например, MS Excel);
- **компьютерный эксперимент** (в MS Excel – построение диаграммы или графика, сортировка данных и т.д.);
- **анализ полученных результатов и корректировка модели.**



Многие явления и закономерности живой природы можно описать на языке математики и физики. При этом создаётся формализованная модель, в которой с помощью формул, уравнений, неравенств фиксируются формальные соотношения между начальными и конечными значениями свойств объектов, а также накладываются ограничения на допустимые значения этих свойств. Чаще всего при этом используются приближённые математические методы, позволяющие находить значения этих свойств.

Из дома реальности легко забрести в лес математики, но лишь немногие способны вернуться обратно.

*Х. Штейхауз*

Уточним описательные биологические модели развития популяций и проведём их формализацию, построим компьютерную модель, реализующую все 4 вышеприведённые биологические модели. Произведём визуализацию модели путём построения графиков и исследуем полученную модель.



## Модель неограниченного роста

В этой модели численность популяции ежегодно увеличивается на определённый процент. Никакие абиотические (внешние) и биотические (внутренние) факторы влиять на численность популяции в этой модели не будут. Модель теоретическая.

$$x_{n+1} = a * x_n,$$

где  $x_n$  – численность популяции текущего года,  
 $x_{n+1}$  – численность популяции следующего года  
 $a$  – коэффициент роста (если рост 5%, то  $a = 1,05$ )



## Модель ограниченного роста

В этой модели учитывается, что на численность популяции оказывает влияние состояние окружающей среды, наличие корма, перенаселённость и другие факторы

$$x_{n+1} = a * x_n - b * x_n^2 = (a - b * x_n) * x_n ,$$

где  $b$  – коэффициент перенаселённости

$a$  – коэффициент роста,

$x_n$  – численность популяции текущего года

$x_{n+1}$  – численность популяции следующего года



## Модель ограниченного роста с отловом

В этой модели учитывается, что на численность популяций промысловых животных и рыб также оказывает влияние величина ежегодного отлова.

$$x_{n+1} = (a - b * x_n) * x_n - c ,$$

где  $c$  – величина ежегодного отлова,

$a$  – коэффициент роста,

$b$  – коэффициент перенаселённости,

где  $x_n$  – численность популяции текущего года,

$x_{n+1}$  – численность популяции следующего года



## Модель «хищник – жертва»

Популяции обычно существуют не изолированно, а во взаимодействии с другими популяциями. Наиболее важным типом такого взаимодействия является взаимодействие между жертвами и хищниками (караси-щуки, зайцы-волки и т.д.). В этой модели количество жертв и хищников связано между собой.

$$x_{n+1} = (a - b * x_n) * x_n - c - f * x_n * y_n,$$

Количество встреч жертв и хищников прямо пропорционально произведению количеств жертв и хищников, а коэффициент  $f$  характеризует возможность гибели жертвы при встрече с хищником,  $x_n$  – количество жертв,  $y_n$  – количество хищников.



## Повторим ранее изученный материал, который необходим при построении модели

Типы данных в MS Excel и их основные особенности -

текст, число, формула

Относительная адресация ячеек –

(A1, D23, A1 : F5, ...)

адресация, допускающая автоматическую корректировку формулы при её перемещении и копировании. При этом относительные адреса ячеек, входящие в формулу, изменяются в соответствии с её перемещением относительно исходной ячейки.

Абсолютная адресация ячеек -

(\$A\$1, \$A\$! : \$F\$5,...)

адресация, запрещающая автоматическую корректировку ячеек с абсолютной адресацией при перемещении и копировании формулы. При этом абсолютные адреса ячеек, входящие в формулу, не изменяются при её перемещении относительно исходной ячейки.

Как сменить способ адресации ячеек?

нажать клавишу F4, установив курсор в формуле после адреса нужной ячейки.

Что происходит при изменении данных в ячейке, на которую ссылается формула?

автоматический перерасчёт всей таблицы, изменение данных в тех ячейках, которые связаны с данной ячейкой.



# Разработка модели в MS Excel

Сегодня на уроке мы с Вами будем доступными нам способами создать биологические модели развития популяций. Для этого воспользуемся табличным процессором MS Excel.

(перейти в электронную книгу, выполнить задание в соответствии с инструкцией)

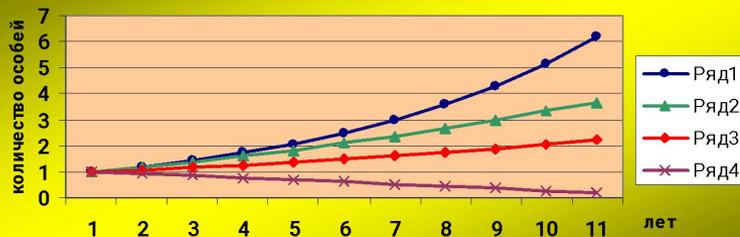
Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Arial Cyr 10 Ж К Ц

G3 = =(\$B\$3-\$B\$4\*G2)\*G2-\$B\$5-\$B\$6\*G2\*\$B\$7

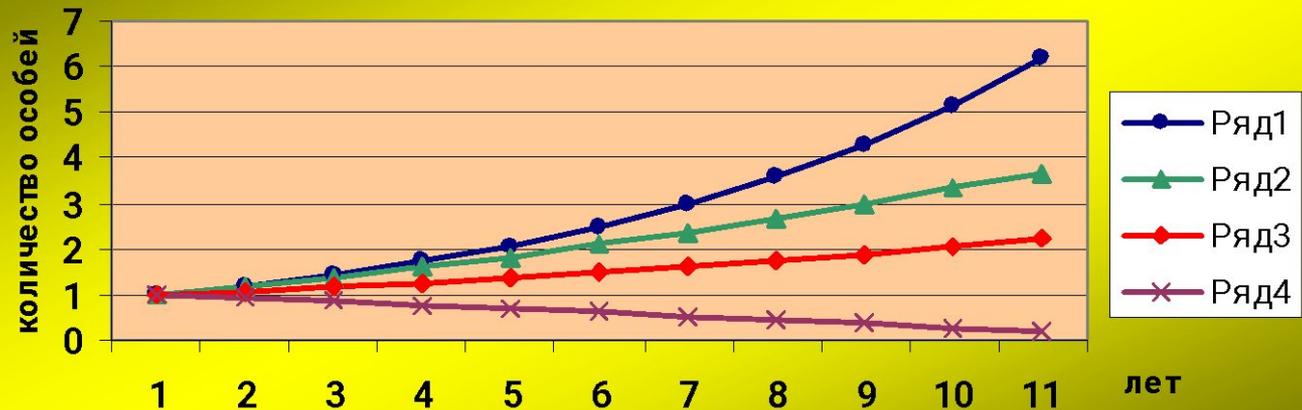
	A	B	C	D	E	F	G
1	Коэффициенты и начальные значения		Годы	Модель неогран. роста	Модель огран. роста	Модель огран. роста с отловом	Модель "хищник - жертва"
2	Численность популяции жертв x1	1	0	1	1	1	1
3	Коэфф. роста a	1,2	1	1,20	1,17	1,07	0,92
4	Коэфф. перенаселенности b	0,03	2	1,44	1,36	1,15	0,84
5	Величина ежегодн. отлова c	0,1	3	1,73	1,58	1,24	0,76
6	Возможность гибели жертвы f	0,2	4	2,07	1,82	1,34	0,68
7	Числ. популяции хищников y1	0,75	5	2,49	2,09	1,46	0,60
8			6	2,99	2,37	1,58	0,52
9			7	3,58	2,68	1,73	0,44
10			8	4,30	3,00	1,88	0,36
11			9	5,16	3,33	2,05	0,27
12			10	6,19	3,66	2,24	0,18

Графики изменения численности и популяций с течением времени



# Графики изменения численности популяций

Графики изменения численности популяций с течением времени

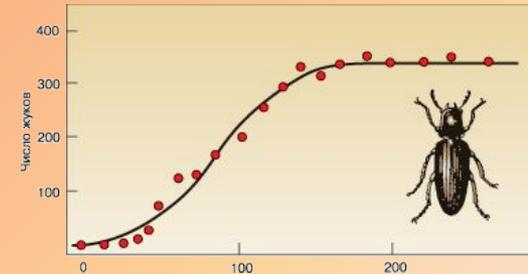


Ряд 1 – модель неограниченного роста (теоретическая)

Ряд 2 – модель ограниченного роста (практическая)

Ряд 3 – модель ограниченного роста с отловом

Ряд 4 – модель «хищник – жертва»



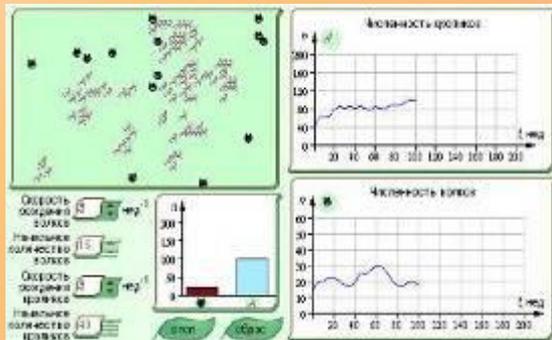
Рост численности одного из видов амбарного жука в пшенице при освоении новых территорий



Для описания одного и того же объекта могут применяться разными моделями, а одна и та же модель может описывать разные объекты или свойства объектов. В электронном учебнике «Открытая биология, 7-11 класс» в главе 12 (раздел 12.2) найдите интерактивную динамическую модель «Кролики и волки». Поработайте с моделью, руководствуясь дополнительной инструкцией. Для перехода к учебнику воспользуйтесь комбинацией клавиш Alt – Tab. Какую особенность динамики популяций описывает данная модель? Какую биологическую модель она реализует?

Современные представления о динамике популяций, построение и работа с моделями развития популяций дают возможность предсказывать изменение численности отдельных видов, а также усиливать или ослаблять регуляторные связи в управлении их численностью. Обязательным условием для этого является глубокая изученность экологических связей конкретных популяций. Как Вы думаете, люди каких профессий могут использовать подобные модели в своей профессиональной деятельности? Возможно ли применение биологических моделей развития популяций в повседневной жизни и народном хозяйстве?

- егерь;
- эколог;
- лесник;
- работники сельского хозяйства (животноводство, растениеводство);
- работники рыбодобывающей отрасли;
- экологи и др.



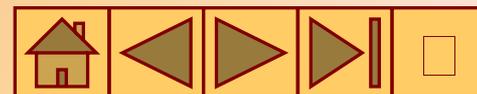
Модель «Кролики – волки»



**Рыбе – вода, птице – воздух, зверю – лес, степь, горы, а человеку нужна Родина, и охранять природу – значит охранять Родину.**

**М.М. Пришвин**

**В последнее время человек всё больше и больше вмешивается в природные процессы. Исследуя модели развития популяций, можно сохранить видовое разнообразие растений и животных, чтобы не пришлось заносить их в Красную книгу.**

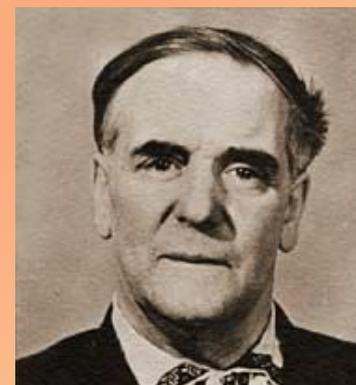


**Будущее человечества, жизнь наших детей, внуков и более отдалённых потомков целиком зависят от совместных усилий людей, населяющих Землю сегодня.**

**Академик А. Виноградов, геофизик**

**«Люди начинают чувствовать, что Земля – их общий дом, и что у человечества есть общая забота – избежать экологического кризиса»**

**Академик П. Капица, физик**



**«Нельзя допустить, чтобы люди направляли на своё собственное уничтожение те силы природы, которые они сумели открыть и покорить».**

**Фредерик Жолио-Кюри, физик**





**Люди, помните!  
Вы в ответе за тех, кого  
приручили!  
Берегите нас! Мы имеем право  
жить на Земле!**

