Интегрированный урок биологии - информатики

«Динамика биологических

«Математическое моделирование. Биологические модели развития популяций»

Учитель биологии Кузнецов Владимир Аркадьевич

Учитель информатики Кузнецова Елена Ивановна

МОУ СОШ №2

Новоалександровского района Ставропольского края,

2013 год

Повторим некоторые биологические термины:

Вид - формы живой материи, представленные совокупностью особей, сходных между собой по морфологическим и физиологическим особенностям, имеющим 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 уравновешивать 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.

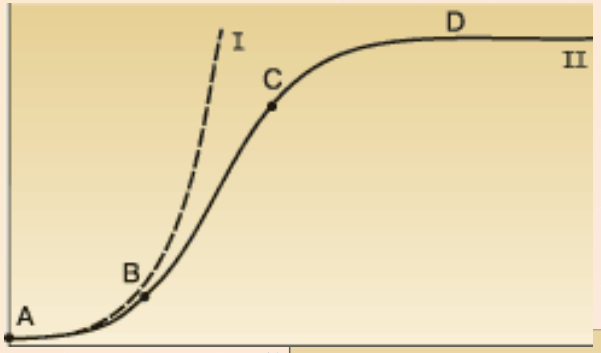


Рис.1

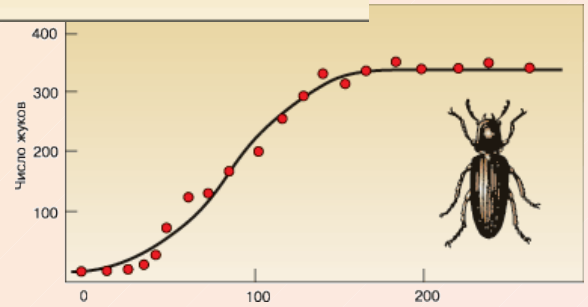


Рис. 2

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:

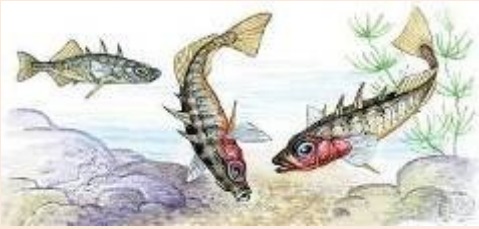
- модель неограниченного роста (теоретическая);
- модель ограниченного роста (практическая);
- модель ограниченного роста с отловом;
- модель «хищник – жертва» (взаимодействия с другими популяциями).

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

а – коэффициент роста (если рост 5%, то а = 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 -
(A1, A! : F5,...)

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 в соответствии с инструкцией)

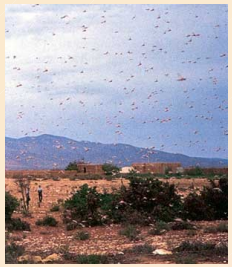
Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Arial Cyr 10

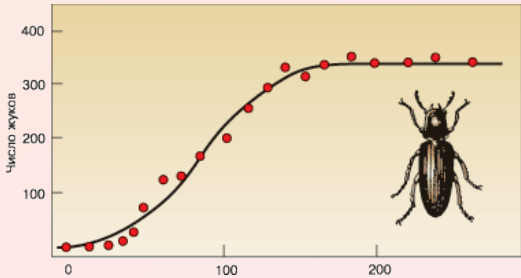
G3 = =(B3-B4*G2)*G2-B5-B6*G2*B7

	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 популяций



Ряд 1 – модель неограниченного роста (теоретическая)
Ряд 2 – модель ограниченного роста (практическая)
Ряд 3 - модель ограниченного роста с отловом
Ряд 4 – модель «хищник – жертва»

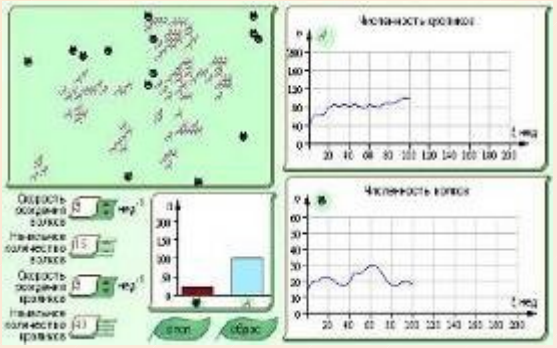


Рост численности одного из видов амбарного жука в пшенице при освоении новых территорий

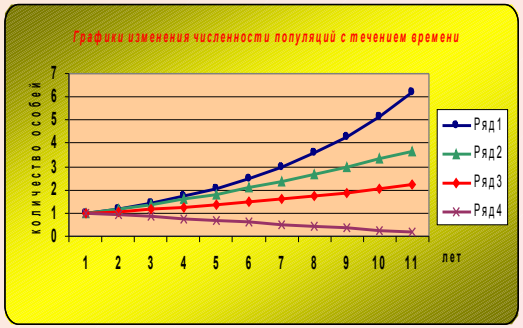
Для описания одного и того же объекта могут применяться разными моделями, а одна и та же модель может описывать разные объекты или свойства объектов. В электронном учебнике «Открытая биология, 7-11 класс» в главе 12 (раздел 12.2) найдите интерактивную динамическую модель «Кролики и волки». Поработайте с моделью, руководствуясь дополнительной инструкцией. Для перехода к учебнику вопрользуйтесь 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

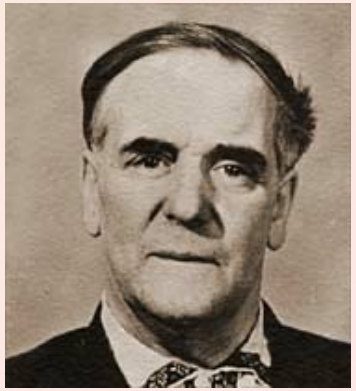
В последнее время человек всё больше и больше вмешивается в природные процессы. Исследуя модели развития популяций, можно сохранить видовое разнообразие растений и животных, чтобы не пришлось заносить их в Красную книгу.

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!