Построение логистической модели

Anna Tretyakova

22 декабря 2017 г

## Введение

Решение многих задач в области экологии и техносферной безопасности неразрывно связано с моделированием процессов и систем различной природы. Моделируется структура взаимосвязей между объектами, поведение живых систем разных уровней организации, функционирование техногенных комплексов от микро- до мега- масштабов и т.д. Процесс моделирования в экологии можно разбить на несколько стадий: 1) Идентификация проблемы и формулировка вопроса, на который необходимо получить ответ в результате моделирования; 2) Выбор детерминированной модели, т.е. математического описания структуры/явления/процесса, отражающего определенный шаблонный характер поведения исследуемой системы без учета случайности и ошибок измерения; 3) Выбор стохастической модели, обеспечивающей приближение свойств системы к реальным за счет задания характера распределения вероятностей; 4) Настройка параметров модельных блоков с целью получения описания, соответствующего требованиям по полноте и точности «подгонки» модели к данным; 5) Оценка доверительных интервалов, принятие и отклонение гипотез и окончательный выбор модели; 6) Анализ результатов моделирования с получением ответа на сформулированные вопросы или возвратом к предыдущим стадиям. Для описания изменчивости элементов экосистем в пространстве и времени традиционно используются описания в детерминистских терминах, выражаемые аналитически с помощью соответствующих формул. Наиболее широко используемой моделью для отражения зависимости между процессами и системами является Логистическая модель. В данной работе Логистическая модель будет использована для построения модели роста численности популяции на временном промежутке в зависимости от внешних факторов окружающей среды.

## Построение логистической модели

Популяция представляет собой форму существования вида, обеспечивающую приспособленность его к конкретным условиям среды обитания, включая взаимоотношения с другими видами. Прирост популяции пропорционален ее численности, и поэтому, если рост популяции не ограничивают никакие внешние факторы, популяция растет ускоренно. Опишем этот рост математически с помощью логистического уравнения Ферхюльста (1) и построим математическую модель.

(1)

,где K - ёмкость среды, t - временные координаты, n - начальная численность популяции, r - начальная скорость роста.

Все математические расчёты и построение логистической модели будут осуществляться с помощью языка высокого уровня R.

Создадим вектор временных координат на промежутке от 0 до 30 с шагом 2 c помощью функции seq() языка R, и сохраним в переменной t.

t<-seq(0,30,2)

Определим функцию Logistic принимающую на вход 3 аргумента (K,r,n) и описывающую наше лонистическое уравнение длоя вычисления значения роста численности популяции на каждой координате t.

Logistic<-function(K,n,r)  
{K/(1+((K/n)-1)\*exp(-r\*t)) }

Подставив в функцию значения: K=30, n=20, r=0,5.

value<-Logistic(30,20,0.5)

Получим следующие значения:

## [1] 20.00000 25.33913 28.09863 29.27133 29.72776 29.89927 29.96286  
## [8] 29.98633 29.99497 29.99815 29.99932 29.99975 29.99991 29.99997  
## [15] 29.99999 30.00000

Отразим полученные значеня на графике с помощью функции plot(), добавив описание и легенду, рис(1).

В результате на графике получаем логистическую кривую, отображающую экспоненицальный рост численности популяции при возрастающих значениях t и в конечном итоге устремляющуюся в бесконечность.

Сгенерируем и наложим на нашу модель Гауссов шум для проверки гипотезы о соответсвии наших данных нормальному распределению, для этого воспользуемся функцией rnorm(). Первый параметр - наши вычисленные значения численности популяции, второй математическое ожидание(), третий среднеквадратичное отклонение().

Сначала зададим начальное число равным 100 для функции rnorm(), чтобы данные при каждом запуске функции всегда не менялись.

set.seed(100)

Затем подставим значения в функцию и сохраним результат в переменной Gauss.

Gauss<-rnorm(value,0,0.5)

Получим следующие значения:

## [1] -0.25109618 0.06576558 -0.03945854 0.44339240 0.05848564  
## [6] 0.15931504 -0.29089534 0.35726636 -0.41262971 -0.17993107  
## [11] 0.04494307 0.04813723 -0.10081698 0.36992025 0.06168975  
## [16] -0.01465835

Наложим наш Гауссов шум на логистическую модель, рис 1.

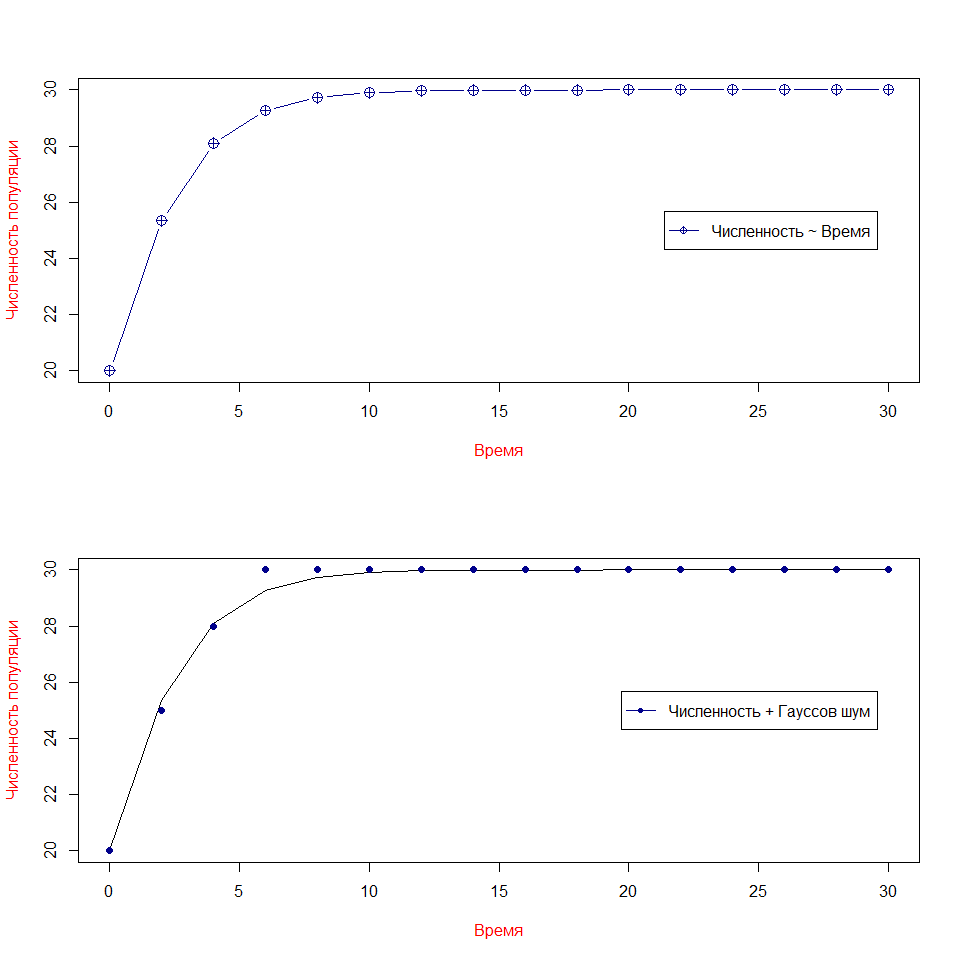


Рисунок 1 - Логистическая модель

На рисунке один представлено 2 графика построенной логистической модели, на первом графике отражена зависимость роста численности популяции на временном интервале t, на втором на логистическую модель наложен Гауссов шум.

## Заключение

В результате работы было описано построение логистической модели для вычисления роста численности популяции на временном интервале t. Была выдвинута гипотеза о подчинение полученных значений номральному распределению, которая была принята в результате генерации Гауссова шума при заданных значения математического ожидания и среднеквадратического отклонения, с последующим наложениим полученных значений на логистическую модель. Анализ модели показывает, что при малых значениях и конечном характер изменения становится схожим с характером изменения, задаваемым моделью экспоненциального роста

## Список используемой литературы

[1]Ризниченко Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии. - М.: Институт компьютерных исследований,2003.

[2]Google Android…Это несложно[Электронный ресурс]. – Режим доступа:<https://studfiles.net/preview/2278268/page:5/>. (Дата обращения: 22.12.2017).