**Применение функции Гомпертца на примере эскиза таблицы хода роста модальных пихтовых древостоев**

Калачев Владислав Андреевич

аспирант,

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнёва»,

**Введение**

Как известно, процесс роста насаждений - это оптимальная лесорастительная норма роста по высоте, диаметру, запасу к которой стремится древостой для конкретных лесорастительных условий произрастания. При этом определенные нормы насаждений неоднородны по причине отличия физиологических свойств каждой древесной растительности, различия мест произрастания, влияния экологических факторов, а так же точности измерения показателей. В результате чего наблюдается, что каждому конкретному таксационному показателю древостоя свойственно свое облако распределения во времени. [1]

Так для рационального ведения лесного хозяйства разработаны таблицы хода роста, построение таблиц производится с помощью регрессионных моделей. Так на протяжение 19 - 20 века разработано достаточное количество прогнозирующих моделей, одним из которых и является функция роста предложенная Б. Гомпертцом. [1]

Следовательно, целью работы явилось применение функции Гомпертца, на примере уже разработанных таблиц хода роста модальных пихтачей Среднесибирского плоскогорья.

**Результаты и их обсуждения**

В роли исходного материала послужили данные из таблицы хода роста модальных пихтовых древостоев 4 класса бонитета средне- и южнотаёжных

экорегионов Среднесибирского плоскогорья, анализировались основные таксационные показатели (высота, диаметр, запас), представленные в таблице 1.

Таблица 1-Исходные данные

|  |
| --- |
| Ход роста модальных пихтовых древостоев средне- и южнотаёжныхэкорегионов Среднесибирского плоскогорья, IV бонитет |
| А, лет | Н, м | D1,3, см | Число деревьев, шт. | М |
| 20 | 3,5 | 2,4 | 5530 | 7 |
| 30 | 6,3 | 5,2 | 2823 | 24 |
| 40 | 9,1 | 8,1 | 1805 | 48 |
| 50 | 11,4 | 10,8 | 1310 | 73 |
| 60 | 13,4 | 13,2 | 1033 | 97 |
| 70 | 15,0 | 15,3 | 864 | 117 |
| 80 | 16,2 | 16,9 | 753 | 132 |
| 90 | 17,2 | 18,2 | 678 | 144 |
| 100 | 17,9 | 19,2 | 626 | 153 |
| 120 | 18,9 | 20,6 | 561 | 164 |
| 140 | 19,5 | 21,4 | 526 | 169 |
| 160 | 19,8 | 21,9 | 507 | 172 |
| 180 | 20,0 | 22,1 | 496 | 173 |

Так если эмпирические данные указывают на асимметрию кривой за счет растянутости верхней ветви (затухание роста происходит медленно), то следует использовать функцию, предложенную Б. Гомпертцом в 1825 г. и после некоторых преобразований имеющую вид:

y= $\frac{A}{10^{10^{a+bx}}}$; (1)

где А – расстояние между нижней и верхней асимптотами;

 х – возраст;

a и b – константы, определяющие наклон, изгиб и точку перегиба кривой.

Так к основным таксационным показателям вычислены выравненные значения с применением вышеуказанной формулы (таблица 2-4).

Таблица 2 – Выравнивание эмпирического ряда (средняя высота)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | x^2 | y | A/y | lgA/y | lglgA/y=z | xz | y выр |
| 20 | 400 | 3,5 | 5,71 | 0,756962 | -0,12093 | -2,41852 | 4,2 |
| 30 | 900 | 6,3 | 3,17 | 0,501689 | -0,29957 | -8,98695 | 6,6 |
| 40 | 1600 | 9,1 | 2,20 | 0,341989 | -0,46599 | -18,6395 | 9,1 |
| 50 | 2500 | 11,4 | 1,75 | 0,244125 | -0,61239 | -30,6194 | 11,5 |
| 60 | 3600 | 13,4 | 1,49 | 0,173925 | -0,75964 | -45,5782 | 13,5 |
| 70 | 4900 | 15 | 1,33 | 0,124939 | -0,9033 | -63,2312 | 15,1 |
| 80 | 6400 | 16,2 | 1,23 | 0,091515 | -1,03851 | -83,0806 | 16,4 |
| 90 | 8100 | 17,2 | 1,16 | 0,065502 | -1,18375 | -106,537 | 17,4 |
| 100 | 10000 | 17,9 | 1,12 | 0,048177 | -1,31716 | -131,716 | 18,1 |
| 120 | 14400 | 18,9 | 1,06 | 0,024568 | -1,60963 | -193,155 | 19,0 |
| 140 | 19600 | 19,5 | 1,03 | 0,010995 | -1,95879 | -274,231 | 19,5 |
| 160 | 25600 | 19,8 | 1,01 | 0,004365 | -2,36004 | -377,606 | 19,7 |
| 180 |  | 20 |  |  |  |  | 19,9 |
| 960 | 98000 |  |  |  | -12,6297 | -1335,8 |  |

**L=20/10^10^(-0,1267284+(-0,014872\*Х))**

Таблица 3 – Выравнивание эмпирического ряда (средний диаметр)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | x^2 | y | A/y | lgA/y | lglgA/y=z | xz | y выр |
| 20 | 400 | 2,4 | 9,21 | 0,964181 | -0,01584 | -0,31683 | 3,2 |
| 30 | 900 | 5,2 | 4,25 | 0,628389 | -0,20177 | -6,05314 | 5,6 |
| 40 | 1600 | 8,1 | 2,73 | 0,435907 | -0,36061 | -14,4242 | 8,4 |
| 50 | 2500 | 10,8 | 2,05 | 0,310969 | -0,50728 | -25,3642 | 11,2 |
| 60 | 3600 | 13,2 | 1,67 | 0,223818 | -0,6501 | -39,0063 | 13,6 |
| 70 | 4900 | 15,3 | 1,44 | 0,159701 | -0,79669 | -55,7685 | 15,7 |
| 80 | 6400 | 16,9 | 1,31 | 0,116506 | -0,93365 | -74,6923 | 17,4 |
| 90 | 8100 | 18,2 | 1,21 | 0,084321 | -1,07406 | -96,6658 | 18,6 |
| 100 | 10000 | 19,2 | 1,15 | 0,061091 | -1,21402 | -121,402 | 19,6 |
| 120 | 14400 | 20,6 | 1,07 | 0,030525 | -1,51534 | -181,841 | 20,8 |
| 140 | 19600 | 21,4 | 1,03 | 0,013979 | -1,85454 | -259,636 | 21,4 |
| 160 | 25600 | 21,9 | 1,01 | 0,003948 | -2,40361 | -384,577 | 21,8 |
| 180 |  | 22,1 |  |  |  |  | 21,9 |
| 960 | 98000 |  |  |  | -11,5275 | -1259,75 |  |

**L=22,1/10^10^(-0,2260483+(-0,015069\*Х))**

Таблица 4 – Выравнивание эмпирического ряда (запас)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | x^2 | y | A/y | lgA/y | lglgA/y=z | xz | y выр |
| 20 | 400 | 7 | 24,71 | 1,392948 | 0,143935 | 2,878698 | 14,3 |
| 30 | 900 | 24 | 7,21 | 0,857835 | -0,0666 | -1,99789 | 32,2 |
| 40 | 1600 | 48 | 3,60 | 0,556805 | -0,2543 | -10,1719 | 55,6 |
| 50 | 2500 | 73 | 2,37 | 0,374723 | -0,42629 | -21,3145 | 80,4 |
| 60 | 3600 | 97 | 1,78 | 0,251274 | -0,59985 | -35,9911 | 103,1 |
| 70 | 4900 | 117 | 1,48 | 0,16986 | -0,76991 | -53,8936 | 122,0 |
| 80 | 6400 | 132 | 1,31 | 0,117472 | -0,93007 | -74,4052 | 136,7 |
| 90 | 8100 | 144 | 1,20 | 0,079684 | -1,09863 | -98,8768 | 147,5 |
| 100 | 10000 | 153 | 1,13 | 0,053355 | -1,27283 | -127,283 | 155,4 |
| 120 | 14400 | 164 | 1,05 | 0,023202 | -1,63447 | -196,136 | 164,7 |
| 140 | 19600 | 169 | 1,02 | 0,010159 | -1,99313 | -279,038 | 169,2 |
| 160 | 25600 | 172 | 1,01 | 0,002518 | -2,599 | -415,841 | 171,3 |
| 180 |  | 173 |  |  |  |  | 172,2 |
| 960 | 98000 |  |  |  | -11,5011 | -1312,07 |  |

**L=173/10^10^(-0,3759256+(-0,017071\*Х))**

**Вывод**

Таким образом, расчет ручным способом функции Гомпертца с определением ее коэффициентов по указанным признакам (средняя высота, средний диаметр и запас) дал положительный результат, что позволяет считать функцию корректной.

**Список литературы**

1. Функция роста леса [Режим доступа - https://studfile.net/preview/7340587/page:114/].