



# Математические модели в геронтологии

*Выполнили: Асламова Екатерина-10 А,*

*Складчикова Светлана-10 Б.*

*Руководитель: Алябьева Елена Анатольевна.*



## **Цели проекта:**

- 1. Познакомиться с понятием математическая модель, её основными функциями*
- 2. Изучить историю создания науки геронтологии*
- 3. Познакомиться с основной математической моделью, используемой в биологии продолжительности жизни*
- 4. Проанализировать демографическую ситуацию Липецкой области*
- 5. Рассчитать ПЖ липчан, используя статистические данные и формулу Гомперца-Мейкема*



*Объект исследования: математические  
модели, описывающие  
продолжительность жизни населения.  
Метод исследования: теоретический.*



*Математические  
модели в геронтологии*



**Калькулятор доктора  
Томаса Перлза**



**Dr. Thomas Perls**



1 .Определите начальную точку отсчета. Для женщин это 72 года, для мужчин – 60 лет. Если вы курите, жуете табак или постоянно пребываете в накуренном помещении – вычтите из исходной цифры 2 года, при отрицательном ответе – добавьте 2. Если вы в течение недели съедаете больше чем два кусочка копченого сала, сосисок в тесте или пончиков – вычтите 0,6. При отрицательном ответе – добавьте 0,6.



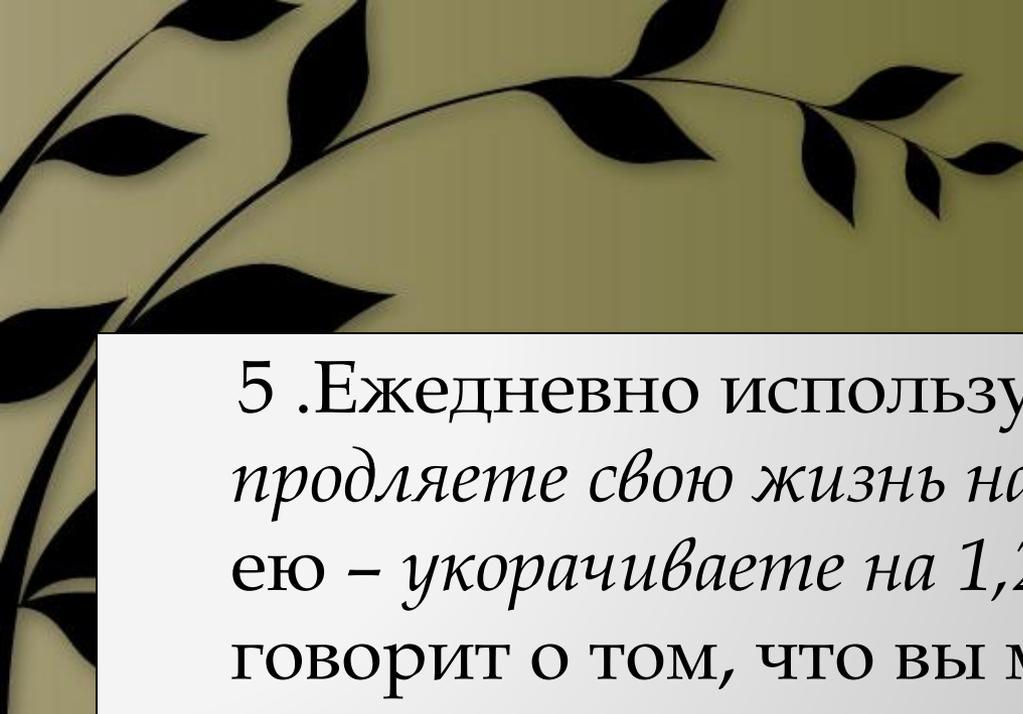
2 .Вы предпочитаете сильно прожаренную пищу? Если это так – *вычтите 0,4*. Нет – *прибавьте 0,4*. Если вы стараетесь избегать жирной пищи – *прибавьте 2*, не можете устоять – *отнимите 2*. Отдаете предпочтение овощам – *прибавьте 1,8*. Любите мясо – *вычтите 1,8*.



3 .Больше 500 мл пива, или 300 мл вина, или 100 г водки в день *отнимают у вас 1,2 года.* Если вы спиртным не злоупотребляете – *добавьте себе 0,6.* Жизнь в экологически неблагоприятном месте *отнимает 1 год,* проживание в чистой местности - *продлевает на 1 год.*



4 .Более 450 г кофе в день *отнимают у вас 0,6 года*. Если вы воздерживаетесь от такого количества кофеина – *прибавьте 0,6*. Если вы следуете рекомендациям медиков и ежедневно принимаете аспирин в малых дозах – *прибавьте себе 0,8 года*, если нет – *отнимите 0,8*.



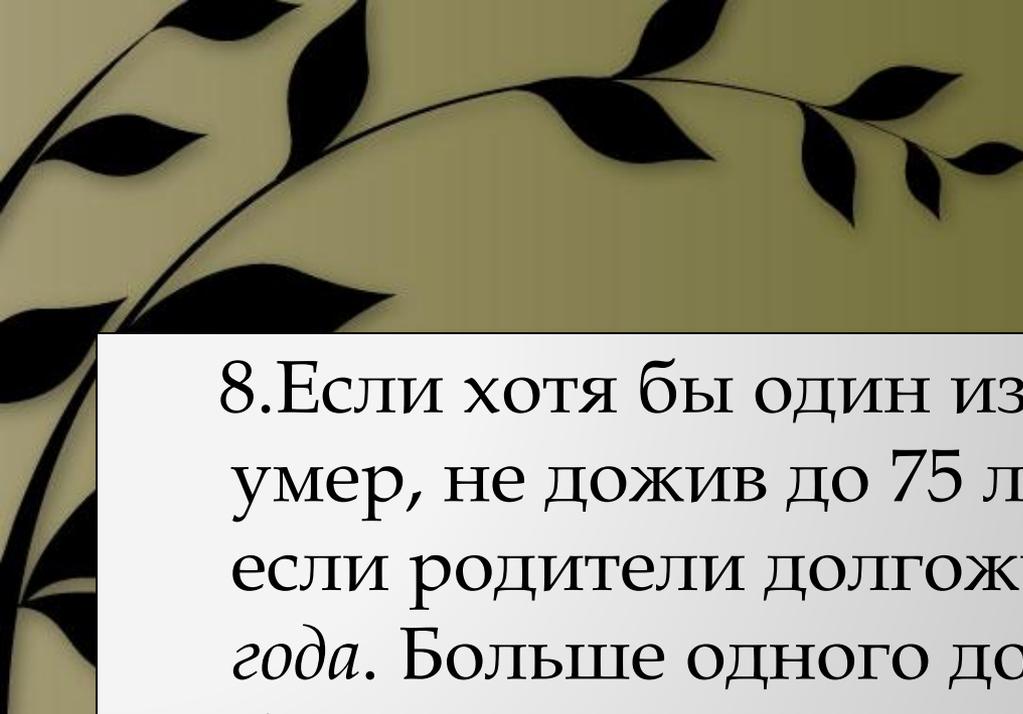
5 .Ежедневно используя зубную нить, вы продляете свою жизнь на 1,2 года, пренебрегая ею – укорачиваете на 1,2. Регулярный стул говорит о том, что вы можете прибавить себе 0,8 года. Если вы имеете стул реже, чем 1 раз в 2 дня – отнимите 0,8. Рискованные половые связи отнимают у вас 1,6 года, воздерживаетесь от них - добавьте 1,6.



6 .На 1,4 года укорачивает вашу жизнь сильный загар. Столько же прибавьте, если воздерживаетесь от длительного пребывания на солнце. Если ваш вес в норме – прибавьте 1,8 года, нет – отнимите 1,8. Брак продляет вашу жизнь на 1,8 года, одиночество – укорачивает на 1,8.



7 .Если вы умеете эффективно справляться со стрессом – *прибавьте себе 1,4 года*, нет – *отнимите 1,4*. Наличие более одного страдающего от диабета кровного родственника *приближает вашу кончину на 0,8 года*, если вашу семью это заболевание не затронуло – *прибавьте себе 0,8*.



8. Если хотя бы один из ваших родителей умер, не дожив до 75 лет - *вычтите 2 года*, если родители долгожители - *прибавьте 2 года*. Больше одного дожившего до 90 лет близкого кровного родственника *добавляет вам 4,8 года*, в обратном случае - *вычтите 4,8*.



9. Регулярно занимаетесь спортом?  
*Прибавьте себе 1,4 года. Предпочитаете  
полениться – вычтите 1,4. Принимая  
витамин Е, вы продляете жизнь на 1,6 года, не  
принимая – укорачиваете на 1,6.*



10. Подсчитайте свой результат. Эта цифра будет определять продолжительность вашей жизни в том случае, если вы не измените своих привычек.



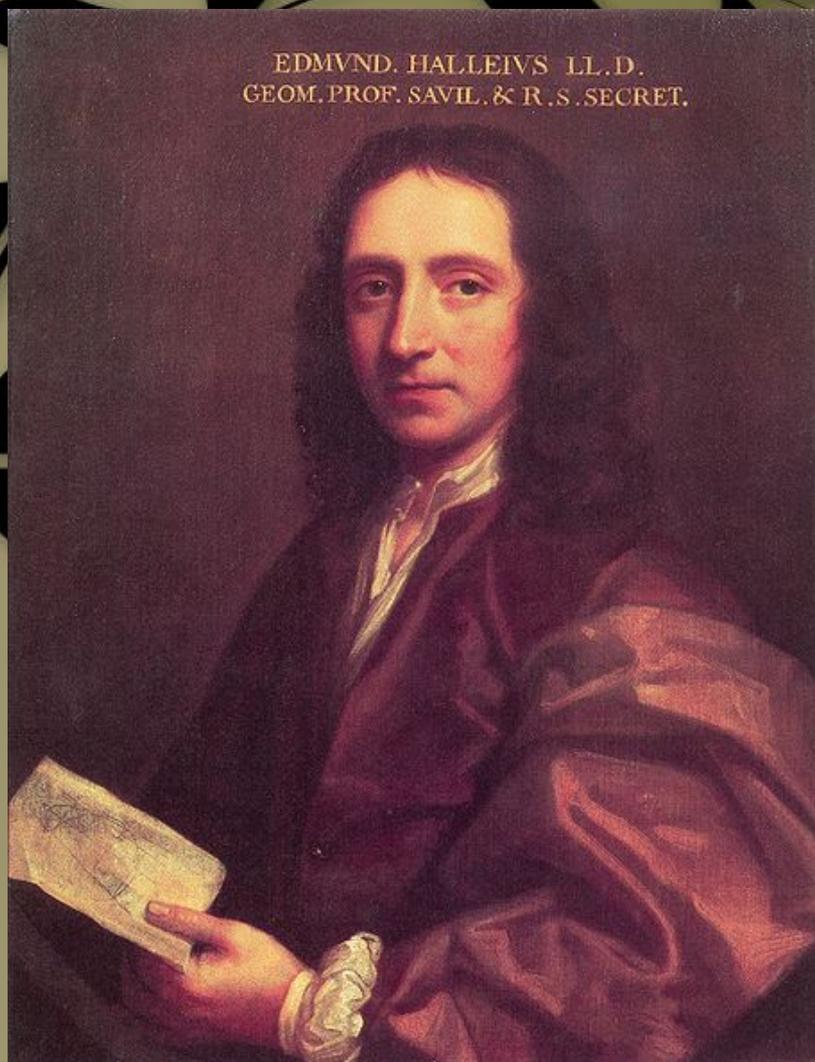
**Проблемами старения живых организмов, в том числе и человека, а также методами управления продолжительностью жизни занимается такая наука, как Геронтология.**



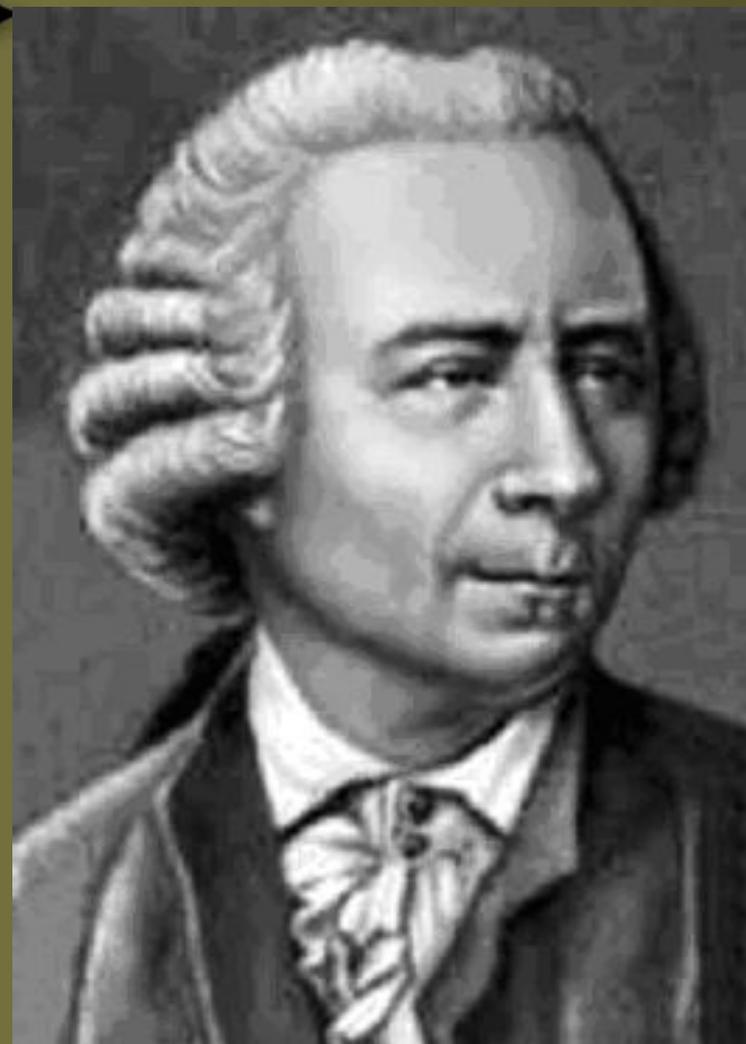
**К. Гюйгенс**



**В.  
Лейбниц**



Э.  
Галлей



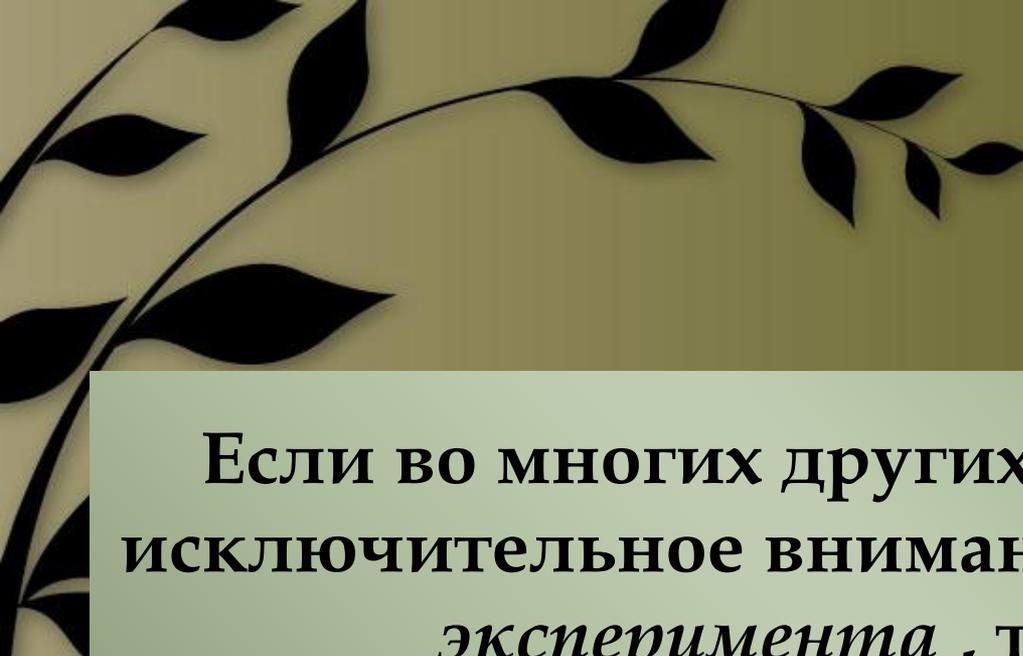
Л. Эйлер



*Математические  
модели в геронтологии*



**В 1825 г. английский актуарий (специалист по страхованию жизни) Б. Гомперц (1779-1865) опубликовал работу, ставшую краеугольным камнем биологии длительности жизни. Гомперц обосновал теоретически и показал на конкретных примерах, что интенсивность смертности растет с возрастом по закону геометрической прогрессии.**



Если во многих других областях биологии исключительное внимание уделяется технике эксперимента, то в биологии продолжительности жизни важное значение имеет метод количественного наблюдения с последующей математической обработкой результатов измерений.

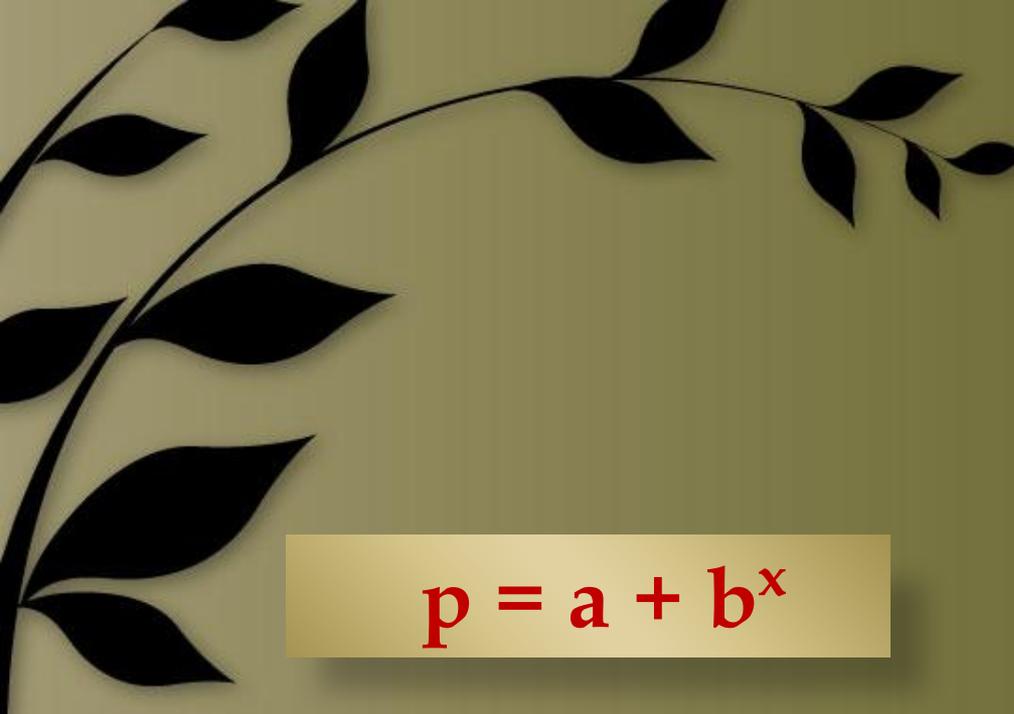


## Моделирование

- исследование объектов познания на их моделях; построение и изучение моделей реально существующих предметов, процессов или явлений с целью получения объяснений этих явлений, а также для предсказания явлений, интересующих исследователя.



Закон смертности Гомперца-Мейкама – статистическое распределение, которое описывает смертность человека .



# Вероятность смерти

$$p = a + b^x$$

*x* – возраст  
*p* – относительная  
вероятность  
смерти за  
определённый  
промежуток  
времени

A decorative black silhouette of a leafy branch is positioned in the upper-left corner of the slide, extending towards the center.

Размер популяции  
снижается с возрастом по  
удвоенной экспонентное:

$$\underline{s(x) = \exp[-m(b^x + c)]}.$$

**Вначале вычисляют  
вспомогательные величины:**

$$y_1 = \ln[l(t)/l(t+n)];$$
$$y_2 = \ln[l(t+n)/l(t+2n)];$$
$$y_3 = \ln[l(t+2n)/l(t+3n)];$$
$$z = y_1 + y_3 - 2y_2;$$
$$w = (y_3 - y_2)/(y_2 - y_1).$$

$$A = (y_1 y_3 - 2Y_2)/(z n),$$

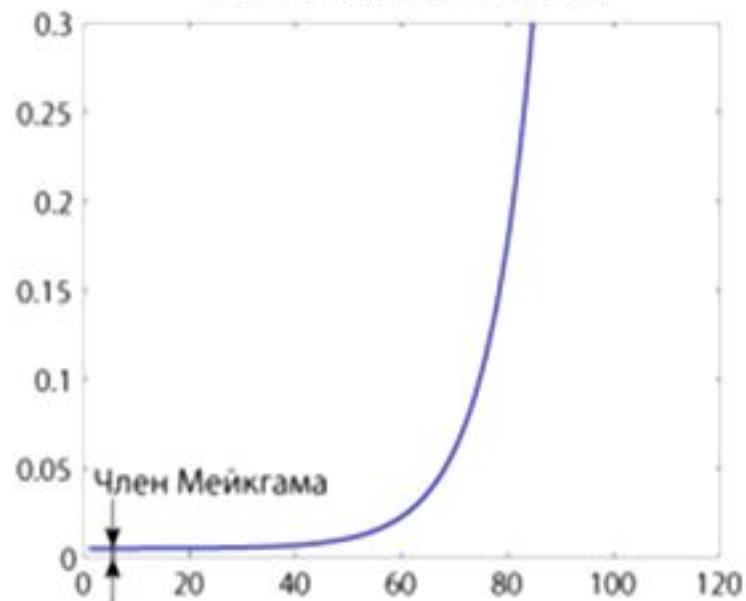
$$Ro = [(y_2 - y_1) 2 \ln(w)]/[z n (w - 1) wt/n],$$

$$a = \ln(w)/n,$$



Графическое отображение процесса старения, закон Гомперца

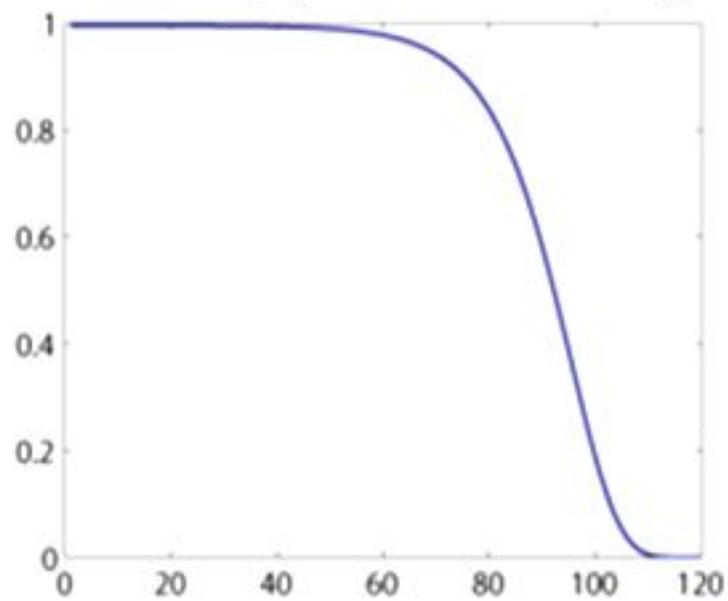
Относительная смертность  
(вероятность смерти в год)



Возраст в годах

рис. 1

Выживание (вероятность выживания в год)



Возраст в годах

рис. 2

рис. 1  
возраст в годах

рис. 2  
возраст в годах

Относительный размер популяции

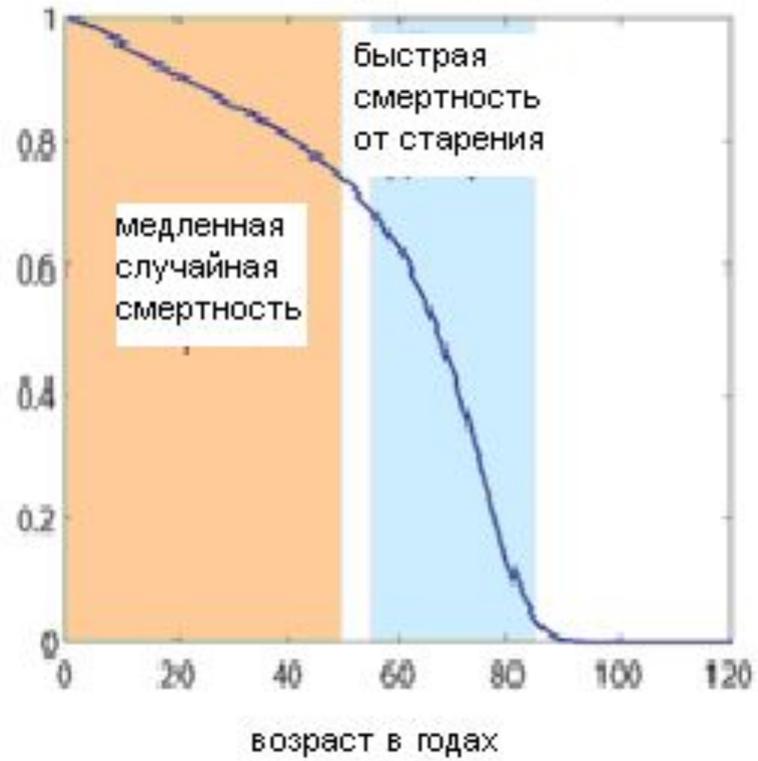


рис. 3

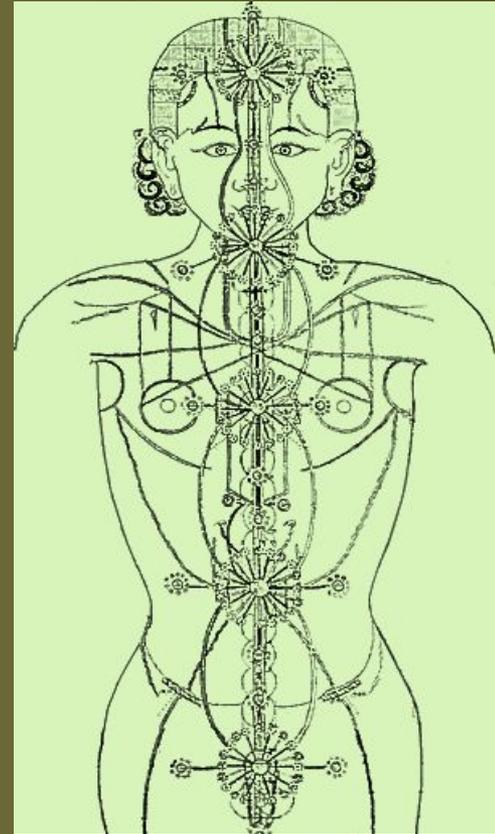
рис. 3

возраст в годах





*Математические  
модели в геронтологии*



Таким образом, Закон Гомперца до сих пор наиболее точно описывает смертность человека и большинства других организмов.

## РОЖДАЕМОСТЬ, СМЕРТНОСТЬ И ЕСТЕСТВЕННАЯ УБЫЛЬ НАСЕЛЕНИЯ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

	Всего, человек			На 1000 человек населения		
	родившихся	умерших	естественная убыль	родившихся	умерших	естественная убыль
	<b>Все население</b>					
2001	9798	20996	-11198	8,0	17,2	-9,2
2002	10551	21325	-10774	8,7	17,5	-8,8
2003	10602	22222	-11620	8,8	18,4	-9,6
2004	11012	21885	-10873	9,2	18,3	-9,1
2005	11024	21216	-10192	9,3	17,9	-8,6
2006	11290	20505	-9215	9,6	17,4	-7,8
2007	11989	19961	-7972	10,2	17,0	-6,8
2008	12585	19971	-7386	10,8	17,1	-6,3
2009	12654	19145	-6491	10,9	16,5	-5,6



## *Используемая литература:*

*1. Интернет-ресурсы:*

<http://www.dioo.ru/metodyi-issledovaniya.html>

<http://nanobukva.ru/biology>

<http://ngc-russia.chat.ru.html>

<http://lipstat.gks.ru/digital/region1/DocLib/est.htm>

*2. Количественная оценка показателей смертности, старения, продолжительности жизни и биологического возраста (А.А. Подколзин, В.Н. Крутько, В.И. Донцов)*

*3. Демографический понятийный словарь*