

# ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ УЧЁНЫХ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ

**А.И. Михальский**

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН*  
Россия, 117997, Москва, Профсоюзная ул., 65  
E-mail: ipuran@ipu.ru

**Ключевые слова:** продолжительность жизни, учёные различных специализаций, исторический тренд, математическое моделирование продолжительности жизни, сравнительный анализ.

**Аннотация.** В настоящее время существует большое количество баз данных, содержащих информацию о продолжительности жизни (ПЖ) знаменитых людей, родившихся во времена от начала новой эры до наших дней. Анализ этих данных позволяет получить сведения об изменении ПЖ человека в исторической перспективе, о связи ПЖ с характером его деятельности. В докладе рассматривается исторический тренд ПЖ в трёх группах учёных: математики, математики-экономисты, чистые экономисты. Обсуждаются выявленные тренды в ПЖ, с помощью математического моделирования дожития проводится интерпретация полученных результатов. В работе использована информация из базы данных «Личности Энциклопедии», разработанной под руководством Г.М. Жаринова (г. Санкт-Петербург).

## 1. Введение

По мере развития баз данных, содержащих информацию о датах рождения и смерти, ПЖ населения различных стран и выдающихся людей, возникли большие объёмы обобщённых и индивидуализированных данных, позволяющих анализировать закономерности изменения ПЖ человека в зависимости от года его рождения, страны рождения, профессии. Примерами таких баз данных служат НМД [1] (База данных по смертности человека, США, Германия), содержащая обобщённые данные по численности населения, смертности в различных возрастных группах в 50-ти странах за период с 1850 по 2022 год, ВННТ [2] (Краткая история человечества, ОАЭ, Франция), содержащая индивидуальные записи о 2,2 миллионах исторических личностей, живших с древних времен по наше время, БДЛЭ [3] (База данных «Личности Энциклопедии», г. Санкт-Петербург) содержащая даты жизни 725 тыс. человек, живших от начала Новой эры до наших дней и их специальности. Данные из НМД имеют обобщённый характер и предназначены для демографических исследований, ВННТ содержит индивидуальную информацию и используется в статистическом анализе социо-исторических фактов, информация из базы данных БДЛЭ позволяет проводить сравнительный анализ ПЖ в группах людей различных специальностей и исторические тренды ПЖ в этих группах.

## 2. Сравнение продолжительности жизни людей разных специальностей

С созданием базы данных БДЛЭ начались работы по систематическому анализу ПЖ в разные периоды времени. В одном из первых исследований изучалась ПЖ представителей творческих профессий [4]. Было показано, что ПЖ литераторов была достоверно меньше, чем художников, музыкантов и учёных, тогда как ученые жили дольше, чем представители других категорий. Анализ динамики среднего возраста смерти, начиная с I в. н. э. и до конца XX в., показал, что средняя ПЖ представителей разных профессий постепенно, но неравномерно увеличивалась. Интересны результаты анализа ПЖ среди представителей творческих профессий [5, 6]. Средний возраст смерти литераторов оказался достоверно меньшим, чем художников, музыкантов и учёных. Среди мужчин музыкантов дольше всего жили дирижёры, виолончелисты и скрипачи. Среди женщин музыкантов дольше других жили арфистки, клавесинистки и дирижеры. Мужчины и женщины, посвятившие себя рок-музыке, авторской песне жили меньше других. Начиная с XV в. и до конца XX в. показатель ПЖ увеличивался в категориях прозаики и прозаики-поэты как среди женщин, так и среди мужчин. Однако он оставался неизменным среди поэтов и снижался среди поэтесс. В [7, 8] представлены сведения о ПЖ ученых, относящихся к одному из научных направлений: физика, химия, математика, экономика, медицина и биология, гуманитарные науки. Минимальной ПЖ оказалась у математиков, а максимальной — у учёных-экономистов. У учёных, совмещающих исследовательскую работу с преподаванием в университете или колледже, ПЖ оказалась на 3,5 года больше, чем у тех, кто не был вовлечен в преподавательскую деятельность. Во всех исследованиях обнаружено, что женщины любой из исследованных профессий жили достоверно дольше мужчин.

Переход от «описательного» анализа данных о ПЖ людей, принадлежащих к различным профессиональным группам, к формальной интерпретации наблюдаемых различий требует привлечения методов математического моделирования и анализа данных. В [9] проведен анализ проблемы корректной интерпретации данных о среднем возрасте смерти (СВС) людей в различные исторические периоды на основании информации, представленной в Википедии и включенной в базу данных БДЛЭ. Отмечается специфика таких данных, связанная с цензурированием и характером их сбора, приводящим к селективности. Дальнейший анализ требует привлечения методов математического моделирования ПЖ.

### 2.1. Математическое моделирование продолжительности жизни

Основным методом математического моделирования ПЖ является построение модели вероятности дожить до заданного возраста. Различают непараметрические и параметрические модели. При построении непараметрических моделей не делается никаких предположений о математической структуре модели, а используются только имеющиеся данные продолжительности жизни людей. Для оценки вероятности дожития до заданного возраста широко применяется множительная оценка Каплана-Мейера [10]

$$P(x) = \prod_{X_j < x} (1 - n_j/r_j)$$

здесь  $r_j$  – число людей, доживших до возраста  $X_j$ ,  $n_j$  – число умерших в возрасте  $X_j$ . Эта оценка применима в важном случае цензурирования наблюдения, когда некоторые люди, присутствовавшие в группе в начальные моменты, в возрасте  $X_j$  выбывают из-под наблюдения. Возраст их смерти неизвестен.

При построении параметрической модели используется математическая формула, коэффициенты которой определяются с использованием данных, обычно из условия максимизации функции правдоподобия. Широко распространенной при изучении ПЖ является модель, предложенная в 1825 г. специалистом по страховому делу Бенджамином Гомпертцем [11]. В современных математических терминах эта модель

формулируется в виде зависимости вероятности дожития до возраста  $x$  – функции дожития, имеющей вид

$$(1) \quad S(x) = \exp(-\lambda(\exp(\gamma x) - 1)/\gamma)$$

здесь  $\lambda$  – начальная смертность,  $\gamma$  – «демографическая» скорость старения. Эмпирически показано, что соотношение (1) хорошо описывает вероятность дожития для людей на возрастном интервале от 25 до 85 лет. Для корректного применения модели Гомпертца следует говорить о вероятности дожить до возраста  $x > x_0$  при условии дожития до возраста  $x_0$

$$S(x|x_0) = \exp(-\lambda(\exp(\gamma(x - x_0)) - 1)/\gamma).$$

В этом случае  $\lambda$  – смертность в возрасте  $x_0$ . Параметры  $\lambda$  и  $\gamma$  определяются по данным о продолжительности жизни конкретных групп людей и имеют смысл обобщенных, популяционных характеристик. По этой причине для параметра  $\gamma$  применяется термин «демографическая» скорость старения, чтобы отличать от «персонализированной» скорости старения, присущей конкретным людям.

Модель Гомпертца описывает процесс снижения вероятности дожития с увеличением возраста в силу внутренних причин, снижающих жизнеспособность организма. В реальности, на дожитие влияют и внешние причины. Для учёта такого влияния пользуются усложненной моделью (1) – модель Гомпертца-Мэйкхема [12, 13]

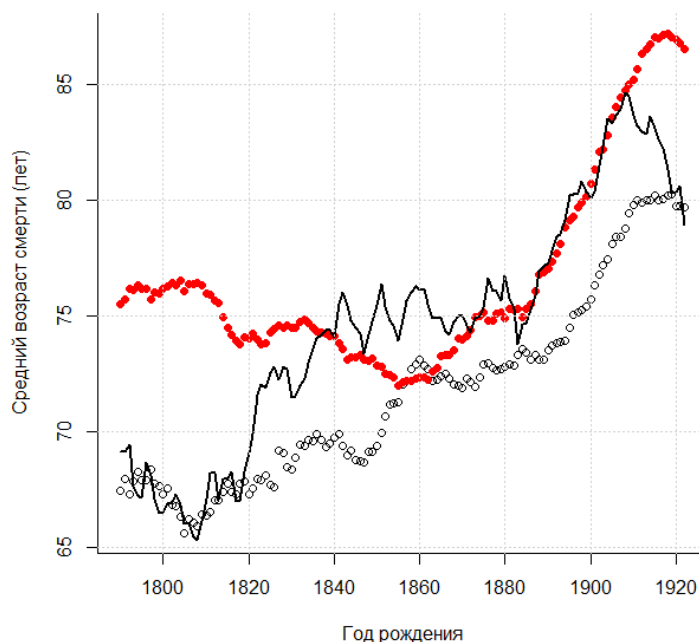
$$S(x|x_0) = \exp(-\lambda(\exp(\gamma(x - x_0)) - 1)/\gamma - C(x - x_0)),$$

$C$  – внешняя смертность, не зависящая от возраста. Гипотеза о постоянстве внешней смертности пересмотрена в ряде публикаций. В [14] предложено считать  $C$  не просто константой, добавленной для лучшего соответствия модели реальным данным, а неотъемлемым компонентом «обобщенного закона Гомперца-Мэйкема», в котором  $C$  заменяется функцией  $f(x)$ . В [15] зависимость  $C$  от возраста используется для отражения влияния взросления и обучения на смертность и выражается в виде логистически-степенной зависимости. Важное обобщение закона Гомперца-Мэйкема приведенное в [13] связано с особенностью данных, полученных при наблюдении гетерогенной популяции, в которой параметр  $\lambda$  не одинаков для всех членов, а случаен и подчиняется Гамма-распределению с параметрами, присущими данной популяции.

## 2.2. Математическое моделирование данных из БДЛЭ

Информация, содержащаяся в базе данных «Личности Энциклопедии» позволила рассмотреть исторические тренды ПЖ учёных различных специальностей. Предыдущие исследования показали, что во все времена ПЖ экономистов превосходила ПЖ математиков [7, 8]. На рис. 1 приведены оценки среднего возраста смерти среди математиков, математиков-экономистов и чистых экономистов, рождённых между 1780 и 1920 годами. Оценки построены с помощью скользящего среднего по интервалу длины 10 лет.

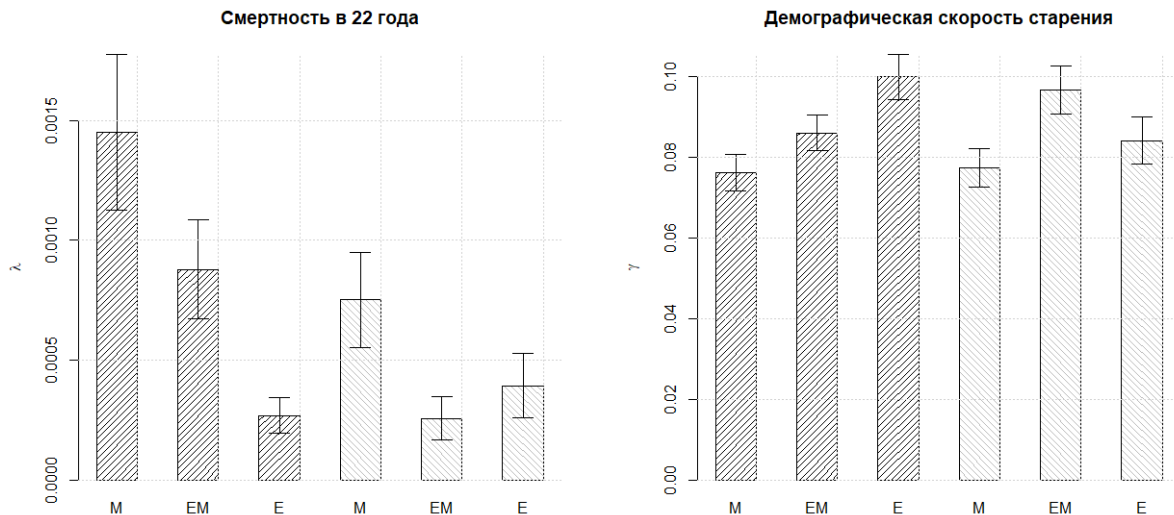
Кривые, изображённые на рисунке, подтверждают вывод о том, что чистые экономисты в основном доживают до более преклонного возраста, чем математики. Особый интерес представляет непрерывная кривая, показывающая оценку СВС математиков-экономистов. Эта оценка для математиков-экономистов, рождённых между 1790 и 1810 годами совпадает с оценкой СВС для математиков, рождённых в эти же годы. Однако, для рождённых между 1890 и 1910 годами оценка СВС для математиков-экономистов совпадает уже с оценкой СВС для чистых экономистов, и при этом намного превосходит оценку СВС для математиков, рождённых в эти же годы.



**Рис. 1.** Оценки среднего возраста смерти среди математиков (открытые символы), математиков-экономистов (непрерывная кривая) и чистых экономистов (красные символы) рождённых между 1780 и 1920 годами.

Для объяснения такого парадокса моделировалась ПЖ математиков, математиков-экономистов и экономистов, рождённых между 1790 и 1810 и 1890 и 1910 годами. При этом учитывалось, что использованные данные отражают продолжительность жизни не популяции, а людей, попавших в энциклопедии и в различные выпуски Википедии, то есть успевших стать достаточно известными. По этой причине моделировалась ПЖ среди доживших до заданного минимального возраста, который был выбран равным 22 года. Строилась модель Гомпертца, поскольку модель Гомпертца-Мэйкхема по информационным критериям АИС и ВИС оказалась хуже.

На рис. 2 приведены оценки параметров модели Гомпертца, полученные в результате моделирования с оценками их среднеквадратичных ошибок. Из рисунка видно, что при рождении между 1790-1810 годами смертность в 22 года среди математиков-экономистов статистически близка с смертности среди математиков тех же годов рождения. То же справедливо и относительно демографической скорости старения. Среди рождённых между 1890-1910 годами наблюдается иная картина: смертность в 22 года среди математиков-экономистов статистически близка с смертности среди экономистов и сильно отличается от смертности среди математиков, а демографическая скорость старения статистически достоверно превышает скорость старения как математиков, так и экономистов и статистически незначимо превосходит скорость старения в сравнении с математиками-экономистами, рождёнными в 1790-1810 годах. Из этого наблюдения можно сделать вывод о том, что основной вклад в изменение ПЖ математиков-экономистов произошёл вследствие значительного снижения смертности по достижении возраста 22 года. Возможно это снижение отражает улучшение условий жизни и развития в детстве, улучшение качества медицинской помощи. Интересно, что на оценках демографической скорости старения во всех трех рассматриваемых группах эти улучшения не отразились. Следовательно, скорость старения в малой степени подвержена изменению вследствие изменения условий жизни.



**Рис. 2.** Оценки параметров модели Гомпертца для математиков (символ М), математиков-экономистов (символ EM) и чистых экономистов (символ E), рождённых между 1790 и 1810 годами (темная штриховка) 1890 и 1910 годами (светлая штриховка).

### 3. Заключение

Математическое моделирование позволяет описывать наблюдаемые эмпирические явления в формальных терминах, количественно оценивать влияние различных факторов и, в конечном счёте, выдвигать содержательные гипотезы о природе и последствиях наблюдаемых явлений.

Эмпирически выявленные особенности в исторических трендах СВС среди математиков, математиков-экономистов и чистых экономистов позволили сформулировать проблему о причинах изменения соотношения для лиц, рождённых в разные исторические периоды. Сравнительное математическое моделирование вероятности дожития (модель Гомпертца) в трех группах позволило получить оценки двух параметров модели: смертности в 22 года и демографической скорости старения. Оказалось, что резкого уменьшения смертности в 22 года среди математиков-экономистов было достаточно, чтобы ПЖ для рождённых в 1790–1810 годах, совпадающая с ПЖ математиков, рожденных тогда же, для рождённых в 1890–1910 годы математиков-экономистов совпала с ПЖ тогда же рожденных экономистов. При этом демографическая скорость старения среди математиков изменилась незначительно, среди математиков-экономистов возросла, а среди экономистов снизилась.

Вывод из исследования – определяющим фактором, влияющим на ПЖ человека, являются условия его развития в молодости. Влияние демографической скорости старения проявляется разнонаправленно.

### Список литературы

1. Human Mortality Database. University of California, Berkeley (USA), and Max Planck Institute for Demographic Research (Germany). Available at [www.mortality.org](http://www.mortality.org) (дата обращения 22.08.2023).
2. <https://medialab.github.io/bhht-datascape/> (дата обращения 22.08.2023).
3. Личности Энциклопедии, рег. номер 2019620535 от 03.04.2019.
4. Анисимов В.Н., Жаринов Г.М. Продолжительность жизни и долгожительство у представителей творческих профессий // *Успехи геронтол.* 2013. Т. 26, № 3. С. 405-416.

5. Жаринов Г.М., Анисимов В.Н. Музыка и долголетие // Успехи геронтол. 2014. Т. 27, № 2. С. 284-290.
6. Жаринов Г.М., Анисимов В.Н. Продолжительность жизни, долгожительство и некоторые причины смерти у литераторов разных жанров // Успехи геронтол. 2016. Т. 29, № 2. С. 210-217.
7. Анисимов В.Н., Жаринов Г.М. Средний возраст смерти и долгожительство мужчин-учёных различных специальностей // Вестн. МГУ. Серия16 («Биология»). 2016. № 4. С. 12-18
8. Голубев А.Г., Жаринов Г.М., Михальский А.И., Анисимов В.Н. Продолжительность жизни ученых различных специальностей по данным из разных источников: выводы и вызовы // Успехи геронтол. 2022. Т. 35, № 2. С. 170-179, doi: 10.34922/AE.2022.35.2.001.
9. Михальский А.И., Анисимов В.Н., Жаринов Г.М. Анализ продолжительности жизни человека в исторической перспективе // Вестн. МГУ. Серия16 («Биология»). 2021. Т. 76, № 3. С. 118-125.
10. Кокс Д.Р., Оукс Д. Анализ данных типа времени жизни / Пер. с англ. М.: Финансы и статистика, 1988. 192 с.
11. Gompertz B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality and on a new model of determining life contingencies // Philos. Trans. Roy. Soc. Lond. A. 1825. Vol. 115. P. 513-585.
12. Makeham W.M. On the law of mortality and the construction of annuity tables // Journal of the Institute of Actuaries. 1860. Vol.8. P. 301-310.
13. Missov T.I., Nemeth L. Sensitivity of model-based human mortality measures to exclusion of the Makeham or the frailty parameter // Genus. 2015. Vol. 71, No. 2-3. P. 113-135.
14. Голубев А.Г. Проблемы обсуждения вопроса о возможности подходов к построению общей теории старения. I. Обобщенный закон Гомперца-Мэйкхема // Успехи геронтол. 2009. № 1. С. 60-73.
15. Lenart P., Psalmon S., Towbin B. Learning accelerates the evolution of slow aging but obstructs negligible senescence // biorxiv.org. 2023. DOI: 10.1101/2023.01.24.525295 (дата обращения 17.08.2023).