

УДК 519.2

АНАЛІЗ РОЗПОДІЛІВ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРИВАЛОСТІ ЖИТТЯ

Подрушняк Вікторія

Науковий керівник: кандидат фіз.-мат. наук, доцент Акбаш Катерина

*Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені
Володимира Винниченка*

Анотація. Проаналізовані важливі доведення обмеження тривалості життя людини на основі динаміки очікуваної (на момент народження) тривалості життя у 41 країні за період з кінця XIX до початку XXI століття. Досліджені особливості розподіленості екстремальних даних показників тривалості життя за даними бази даних довгожителів *International Database on Longevity*. Встановлений тип розподілу (експоненційний розподіл) для днів прожитих після 105 років для чоловіків. Для жінок цей розподіл близький до експоненційного.

Ключові слова: екстремальні показники, тривалість життя, закон розподілу.

ANALYSIS OF DISTRIBUTIONS OF EXTREME INDICATORS OF LIFE EXPECTANCY

Podrushnyak Victoria

Scientific adviser: Associate Professor Akbash Kateryna

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University

Abstract. Important evidence for limiting human life expectancy based on the dynamics of life expectancy (at birth) in 41 countries for the period from the end of the XIX to the beginning of the XXI century is analyzed. The peculiarities of the distribution of extreme data on life expectancy data according to the database of long-lived *International Database on Longevity* are investigated. The type of

distribution (exponential distribution) for days lived after 105 years for men is established. For women, this distribution is close to exponential.

Keywords: *extreme indicators, life expectancy, the law of distribution.*

Постановка проблеми. Збільшення тривалості життя — загальносвітова тенденція, що визначає стрімке зростання пропорції людей похилого та старечого віку. Однак довгожителство, визначене Всесвітньою організацією охорони здоров'я як досягнення віку 90 років, залишається рідкісним явищем. Люди, які прожили ≥ 100 років (екстремальні або наддовгожителі), є особливою популяцією, яка різко відрізняється навіть від людей, що належать до категорії дуже літнього віку (80-90 років), і довгожителів 90-99 років [1].

Протягом останнього століття середня тривалість життя людей (точніше, очікувана тривалість життя на момент народження (life expectancy) — це коректніший статистичний показник) стрімко зростала практично у всіх країнах. Це вселило в багатьох експертів оптимізм: можливо, ми зуміємо ще довго збільшувати своє довголіття за рахунок розвитку медицини, соціального забезпечення та інших благ цивілізації? Може, ми ще не скоро впораємося в біологічну межу тривалості життя? Та й чи існує вона, ця межа?

Американські біологи з медичного коледжу імені Альберта Ейнштейна спробували відповісти на ці важливі питання, проаналізувавши великі статистичні дані, у тому числі наддовгожителів — людям, які переступили 110-річний рубіж. Завдяки глобальному зниженню смертності кількість коректно задокументованих випадків наддовгожителства швидко зростає. Тому сьогодні статистична обробка подібних даних здатна дати набагато осмисленіші і змістовніші результати, ніж кілька десятиліть тому.

Аналіз досліджень і публікацій. Важливим в даному напрямку є дослідження «Доведення обмеження тривалості життя людини» [2]. Проаналізуємо основні результати авторів статті.

Для початку автори побудували графіки, що відображають динаміку очікуваної (на момент народження) тривалості життя у 41 країні за період з кінця XIX до початку XXI століття. З'ясувалося, що майже скрізь спостерігалось стійке зростання цього показника, що триває до цього дня (рис. 1). Лише в окремих найбагатших і найрозвиненіших країнах, таких як Японія, можна помітити щось схоже на підготовку до виходу на плато.

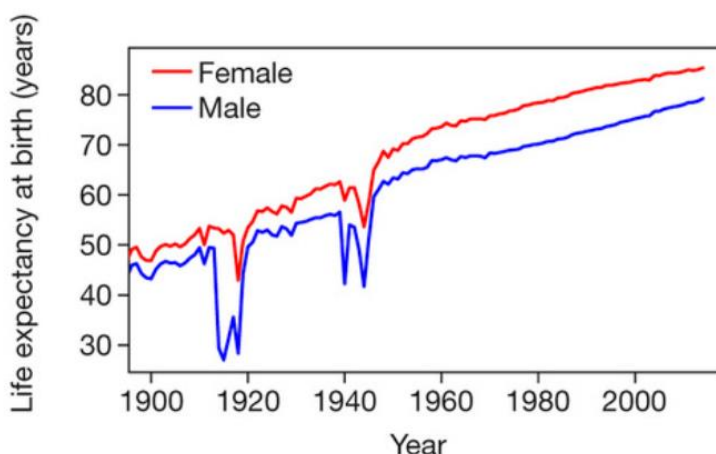


Рис.1. Зростання очікуваної тривалості життя жінок (червона лінія) та чоловіків (синя) у Франції

Здавалося б, це суперечить гіпотезі про наближення до біологічної межі довголіття. Насправді, це не так. Річ у тім, що очікувана тривалість життя, динаміка якої показано на рис. 1, обчислюється на основі даних щодо смертності у всіх вікових групах. Зростання очікуваної тривалості життя у XX столітті багато в чому було пов'язане зі зниженням смертності серед молодих. Тим часом про наближення до біологічної межі довголіття логічніше судити з динаміки смертності в найпізніших віках. Графік на рис. 1 не дає уявлення про те, як змінювалась смертність серед найстаріших людей похилого віку, що становлять незначний відсоток населення.

Автори розраховали, наскільки швидко знижувалась у XX столітті смертність серед людей різного віку. У більшості розвинених країн на графіках виявився максимум, що відповідає вельми поважному віку близько 100 років, проте в пізніших вікових групах цей показник (швидкість

зниження смертності протягом XX століття) швидко падає (рис. 2, лівий графік).

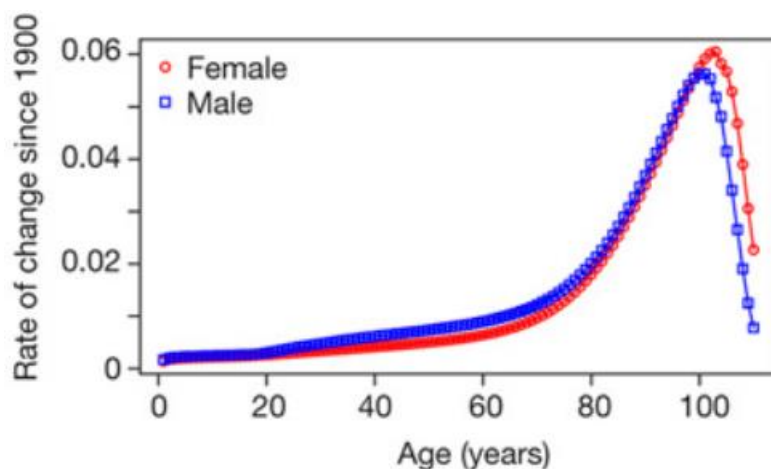


Рис. 2. Середня швидкість зниження смертності у різних вікових групах

Це означає, що за останнє століття різко знизилася смертність серед 100-літніх людей похилого віку, але не серед 110-річних. Іншими словами, протягом XX століття завдяки розвитку медицини та іншим досягненням цивілізації у людей різко підвищився шанс дожити до похилого віку: років до ста або навіть ста п'яти. Але якщо ви переступили 105-річний рубіж, то після цього ваші шанси прожити ще один рік виявляються лише не набагато вище, ніж у тих рідкісних щасливчиків, які доживали до такого ж віку наприкінці XIX століття. І з кожним роком вашого подальшого життя ця різниця зменшується.

Для свого дослідження ми скористалися інформацією з міжнародної бази даних з наддовгожителів (International Database on Longevity IDL), щоб оцінити динаміку смертності серед людей, що перейшли 105 річний та 110-річний рубіж.

Мета статті: аналіз математичних моделей тривалості життя на базі екстремальних значень за базою International Database on Longevity (https://www.supercentenarians.org/Home/Expand_IDL).

Виклад основного матеріалу дослідження.

Спочатку ми згрупували дані по кожній країні, щоб подивитися, яка кількість довгожителів 105+ та 110+ років була зафіксована у цих країнах. Також ми подивилися склад жінок та чоловіків.

Таблиця 1. Розподіл довгожителів 105+ та 110+ років за країнами та статтю (за базою IDL)

		к-ть жінок	к-ть чоловіків	% жінок	% чоловіків	сер. значення
105+	AUT	199	31	87%	13%	106,0
	BEL	682	73	90%	10%	105,9
	CAN	295	47	86%	14%	106,2
	DEU	845	110	88%	12%	105,9
	DNK	389	64	86%	14%	105,8
	FRA	9012	866	91%	9%	106,0
	NOR	178	38	82%	18%	106,0
	UK	802	314	72%	28%	106,9
	USA	596	201	75%	25%	109,4
110+	ESP	52	9	85%	15%	110,6
	EW	67	5	93%	7%	110,7
	FIN	5	0	100%	0%	110,6
	JPN	68	10	87%	13%	111,2

У таблиці 1 ми виокремили два блоки країн. Перший блок – це ті країни, які надають статистику довгожителів 105+ років, а другий блок країн надає лише статистику 110+ років.

Бачимо, що рекордна кількість довгожителів зафіксована у Франції, жінок – 9012, чоловіків – 866 осіб. А ось для таких досить великих країн як США та Канада, кількість довгожителів не велика.

Далі ми проаналізували розподіл кількості прожитих днів людей 105+ років. Але для подальшої роботи ми порахували для кожної людини кількість прожитих днів відповідно після 105 років.

Проаналізуємо інтервальний розподіл для даного ряду, отриманий у статистичному пакеті SPSS (рис. 3) [3].

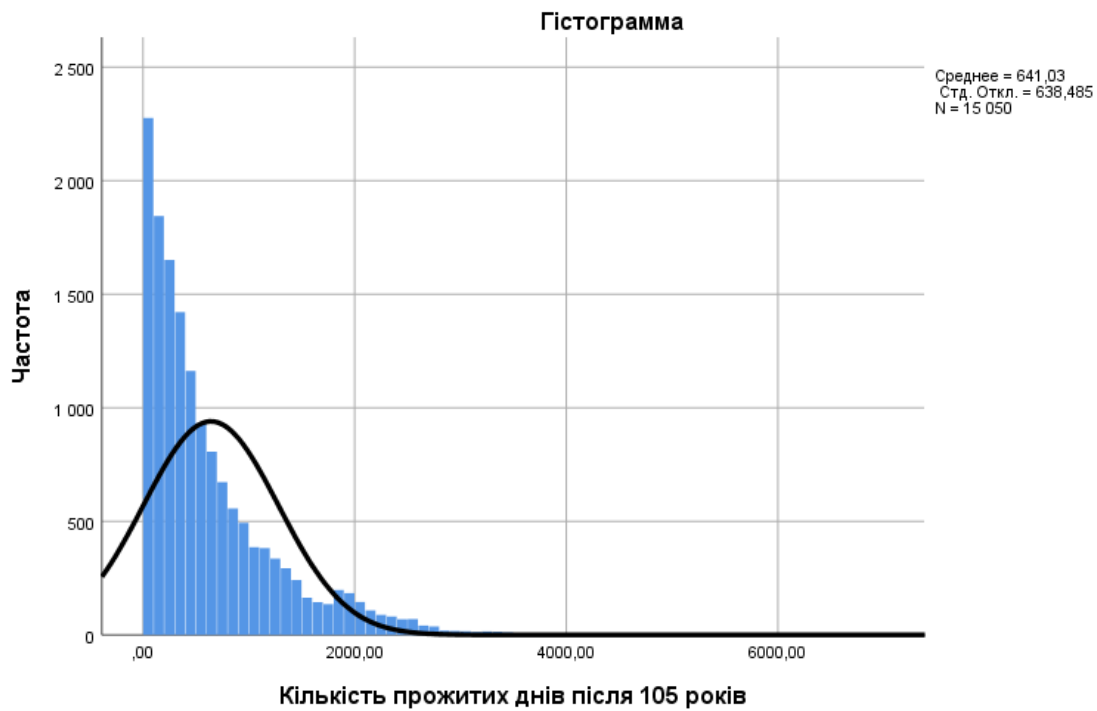


Рис.3. Інтервальний розподіл показника Кількість прожитих днів після 105 років

Із рис. 3 бачимо, що інтервальний розподіл дуже нагадує експоненційний. Але потрібно цю гіпотезу перевірити. Перевірку виконаємо за допомогою критерію Колмогорова-Смирнова [4].

У таблиці 2 наведені результати критерію.

Таблиця 2. Результати експоненційного одновибіркового критерію Колмогорова-Смирнова

Всього		15050
Найбільші екстремальні різниці	Абсолютна	,016
	Додатна	,016
	Від'ємна	-,016
Статистика критерію		2,017
Асимптотична значущість (2-сторонній критерій)		,001

Так як асимптотична значущість критерію рівна 0,001 і менша за обраний рівень 0,05, то гіпотеза про експоненційний розподіл відхиляється. Але, якщо обрати рівень значущості низький 0,001, то гіпотеза буде прийнята.

Проаналізуємо окремо розподіли жінок та чоловіків.

Для жінок розподіл також не виявився експоненційним для стандартного рівня значущості (асимптотична значущість критерію рівна 0,002), а ось для чоловіків розподіл виявився експоненційним (таблиця 3).

Таблиця 3. Результати експоненційного одновибіркового критерію Колмогорова-Смирнова (чоловіки)

Всього		1788
Найбільші екстремальні різниці	Абсолютна	,030
	Додатна	,030
	Від'ємна	-,017
Статистика критерію		1,289
Асимптотична значущість (2-сторонній критерій)		,072

Звідси можна зробити висновок, що група чоловіків швидше з віком змінює свій розподіл, ніж група жінок, тобто група жінок і чоловіків не мають спільної поведінки розподілу.

Відповідно знаючи вид розподілу кількості днів прожитих після 105 років для чоловіків ми можемо порахувати з якою ймовірністю чоловік, який наразі має 105 років доживе до конкретного року.

Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження. Таким чином у статті проаналізовані особливості розподіленості екстремальних даних показників тривалості життя. Встановлений тип розподілу (експоненційний розподіл) для днів прожитих після 105 років для чоловіків. Для жінок цей розподіл близький до експоненційного. Цікавим буде проводити подібні дослідження і для інших країн, дані по яким не входять до бази IDL. Це дасть можливість виявити схожі характеристики для таких рядів даних та отримати загальну картину по довгожителюх Світу.

Відповідно отримані закони розподілу дають можливість розраховувати імовірності досягнення певного віку людьми, які вже прожили 105 років. Подібні задачі можна виконувати і для інших порогових значень

починаючи з 90 років. Аналіз таких задач буде можливий лише за наявності відповідного роду статистичних даних, що наразі нажаль відсутні.

Список використаної літератури

1. Котовская Ю.В., Ткачева О.Н., Рунихина Н.К., Каштанова Д.А., Бойцов С.А. Изучение долгожительства: современный статус проблемы и перспективы. Часть 1 // КВТиП. 2017. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-dolgozhitelstva-sovremennyu-status-problemy-i-perspektivy-chast-1> (дата обращения: 10.11.2021).
2. Xiao Dong, Brandon Milholland, Jan Vijg. Evidence for a limit to human lifespan // Nature. Published online 05 October 2016.
3. Лупан І.В., Авраменко О.В., Акбаш К.С. Комп'ютерні статистичні пакети: навчально-методичний посібник. – 2-ге вид. – Кіровоград: «КОД» 2015.–236 с.
4. Кобзарь А.И., Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / Кобзарь А.И. - 2-е изд., испр. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 816 с. - ISBN 978-5-9221-1375-5