

Заседание демографической секции Дома ученых

Междисциплинарный характер демографических исследований

Дмитрий Помазкин

Dmitri.pomazkin@mail.ru

Москва, 23.04.2026

Демография— наука о закономерностях численного развития населения, воспроизводства и распределения населения. На первый взгляд— это наука о населении, которая оперирует цифрами: сколько родилось, сколько умерло, какова продолжительность жизни. Однако за цифрами стоят сложнейшие социальные процессы, экономические законы, культурные традиции и даже биологические факторы. Именно поэтому современная демография не может существовать в вакууме. Она представляет собой уникальный перекресток, где встречается множество научных дисциплин (экономика, социология, математика, и т.д.).

Классика

Введение: Что такое демография? Почему население — это сложная система?

Основная часть: Связь с конкретными науками

- Демография и Экономика (трудовые ресурсы, миграция, пенсионная система, ресурсы ...).
- Демография и География (расселение, урбанизация ...).
- Демография и Антропология / Биология (редукционизм, эволюция).
- Демография и Термодинамика
- Демография и История (историческая демография, длительные тренды).
- Демография и Математика / Статистика (методы исследования, прогнозирование).

Демография и Экономика

Связь с экономикой — одна из самых значимых

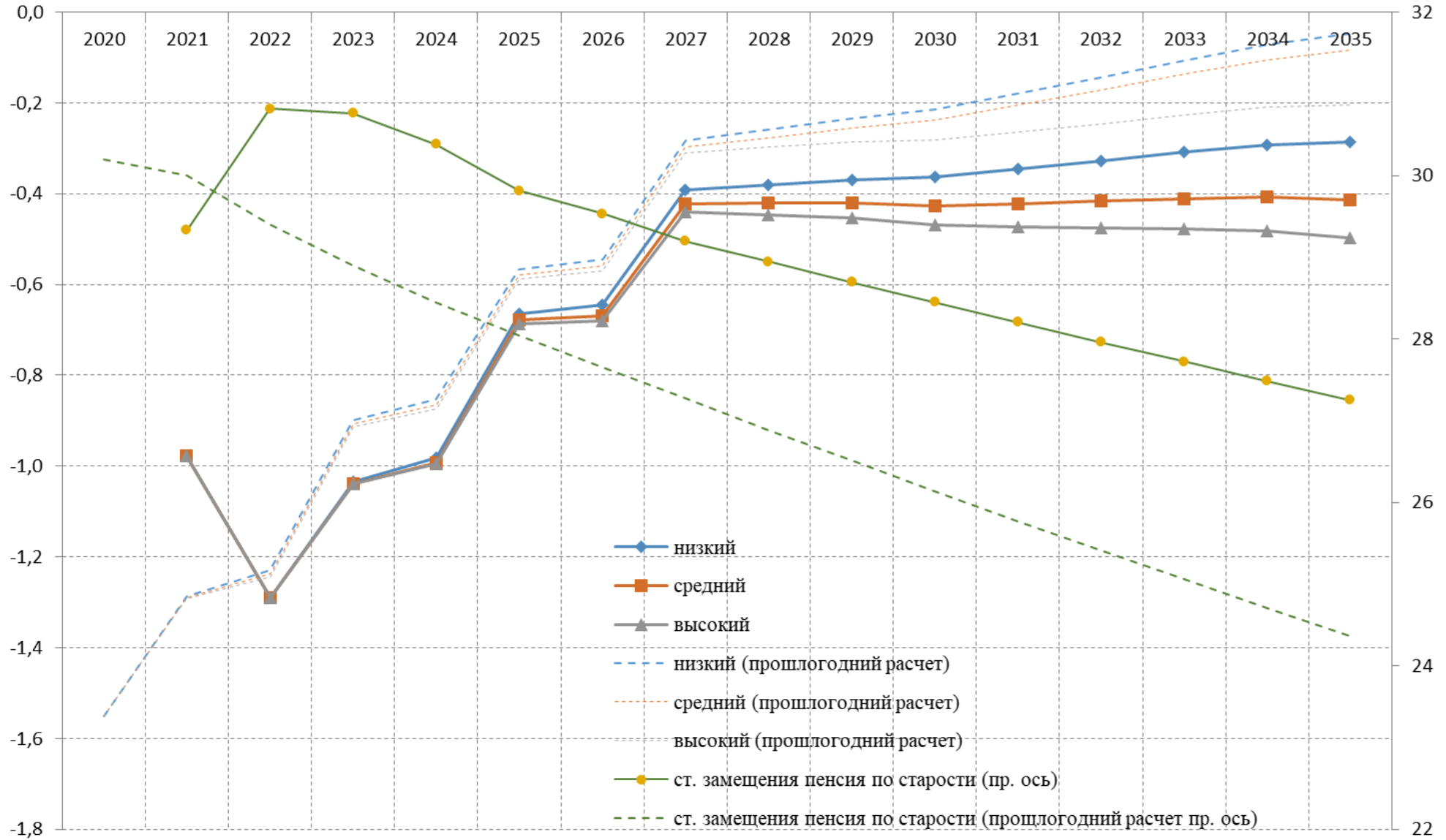
Демографическая структура влияет на экономику (концепция «демографического дивиденда»).

Демографический прогноз – основа для анализа крупных систем

- Пенсионное страхование
- Эпидемиологический прогноз
- Система долговременного ухода
- Кадровый баланс

Демографический прогноз и пенсионное страхование

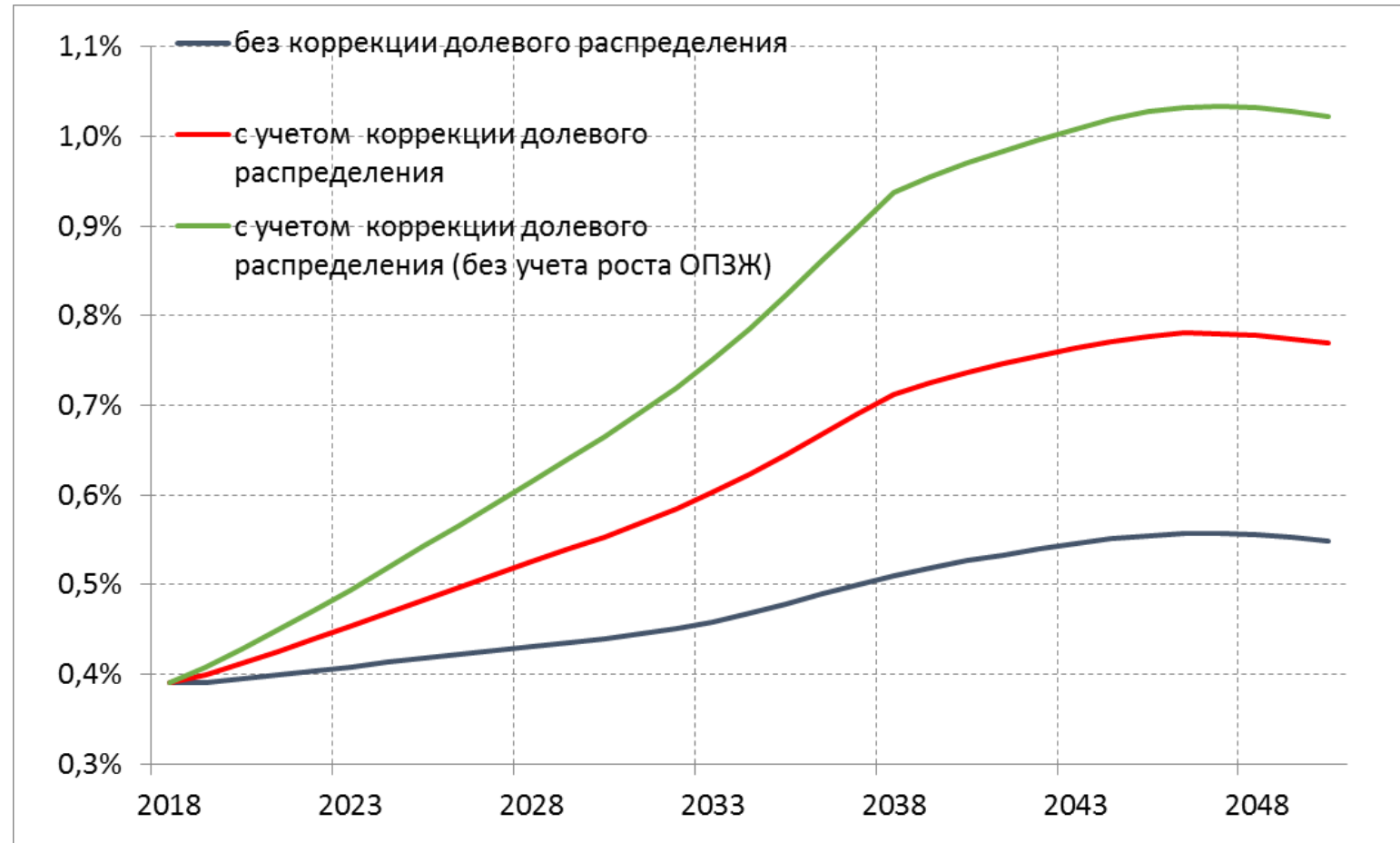
Баланс расходов и доходов в % к ВВП (пенсии индексируются по инфляции)



Модель системы долговременного ухода

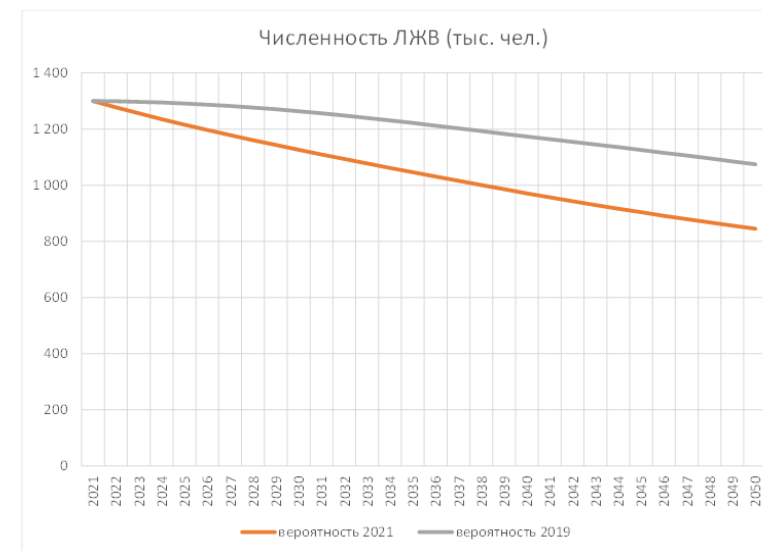
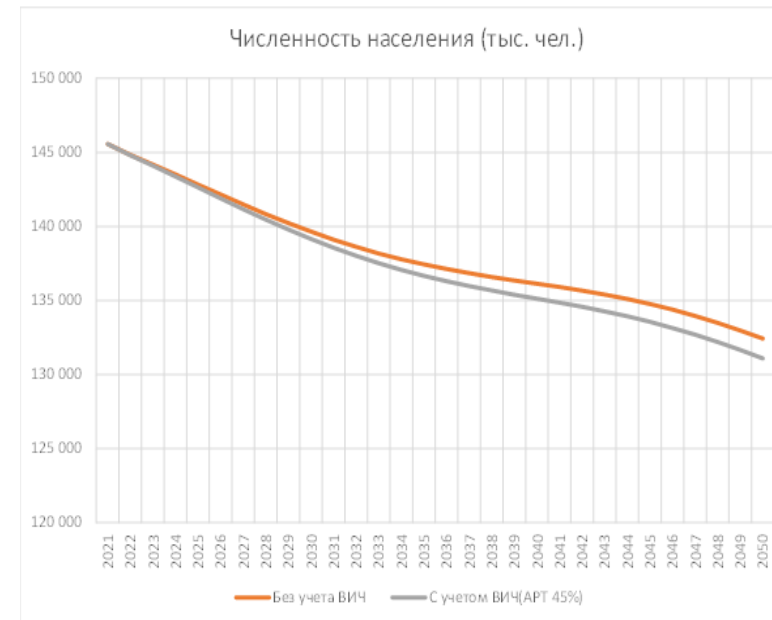
В случае линейной зависимости между дополнительным увеличением численности в группах ухода и увеличением разницы между ожидаемой продолжительностью жизни и ожидаемой продолжительностью здоровой жизни, рост расходов СДУ к 2050 году может составить 40%. При этом интегральная оценка по суммарному распределению показывает рост на 33%, что объясняется разными расходами в группах.

Прогноз суммарных расходов СДУ в % к ВВП

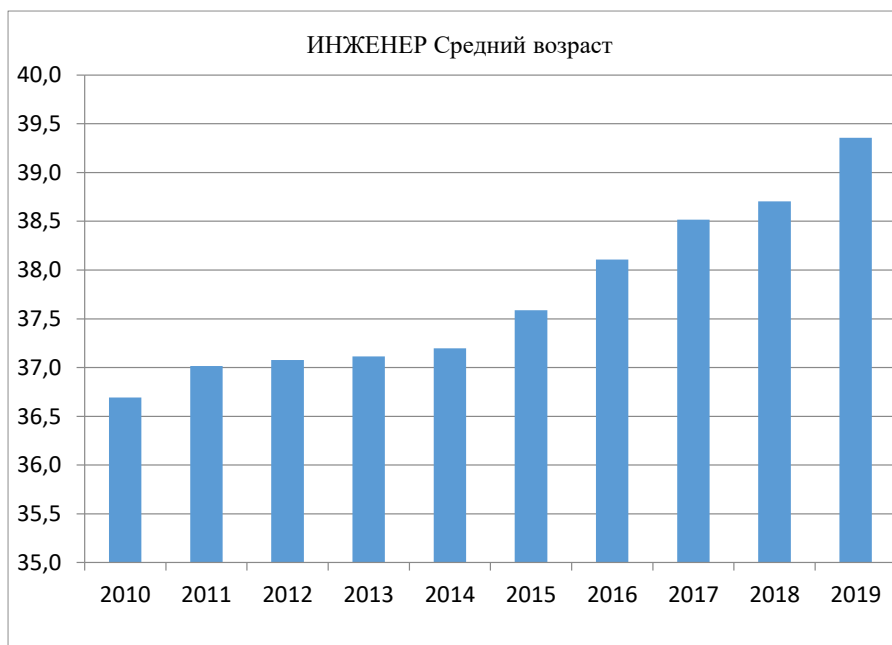
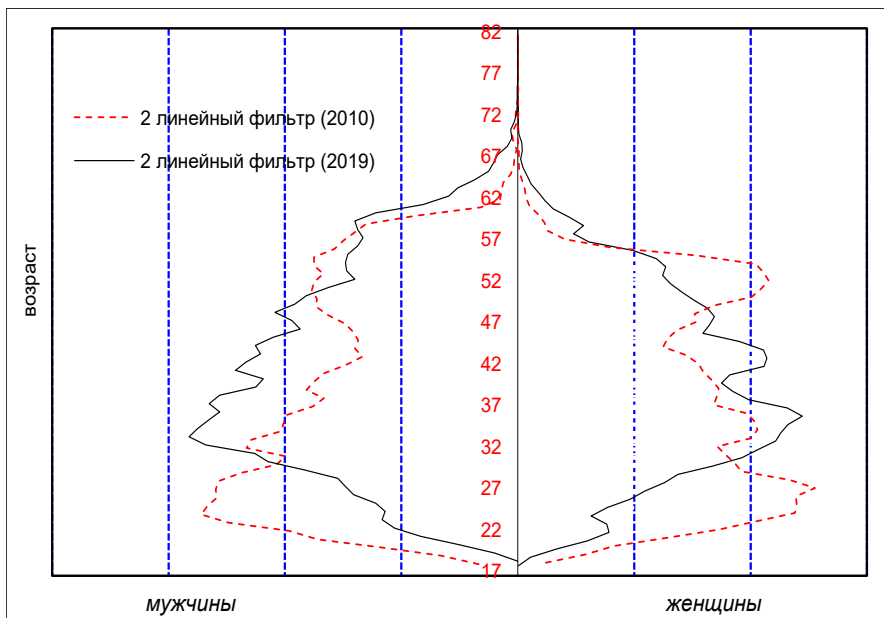


Эпидемиологический прогноз

Сокращение общей численности населения. Более высокий уровень смертности среди ВИЧ-инфицированных и больных СПИДом в случае сохранения наблюдаемого числа новых случаев ВИЧ-инфицированных и доли ВИЧ-инфицированных с АРТ на уровне 45%, приведет к сокращению численности населения к 2050 году на 1.3 млн. чел. (около 1% населения). Увеличение доли АРТ до 70% при сохранении заражаемости оказывает незначительное влияние на сокращение численности населения, которое составит 1.2 млн. чел. Численность ВИЧ-инфицированных в этом сценарии увеличится. Постепенное снижение заражаемости в два раза при доли АРТ 70% приведет к сокращению численности к 2050 году до 1 млн. чел. Данный эффект объясняется высоким уровнем пораженности (около 0.7% от численности населения). Следовательно, накопленная численность инфицированных, вне зависимости от притока новых ВИЧ-инфицированных уже оказывает заметное влияние на демографические процессы.



Кадровый баланс

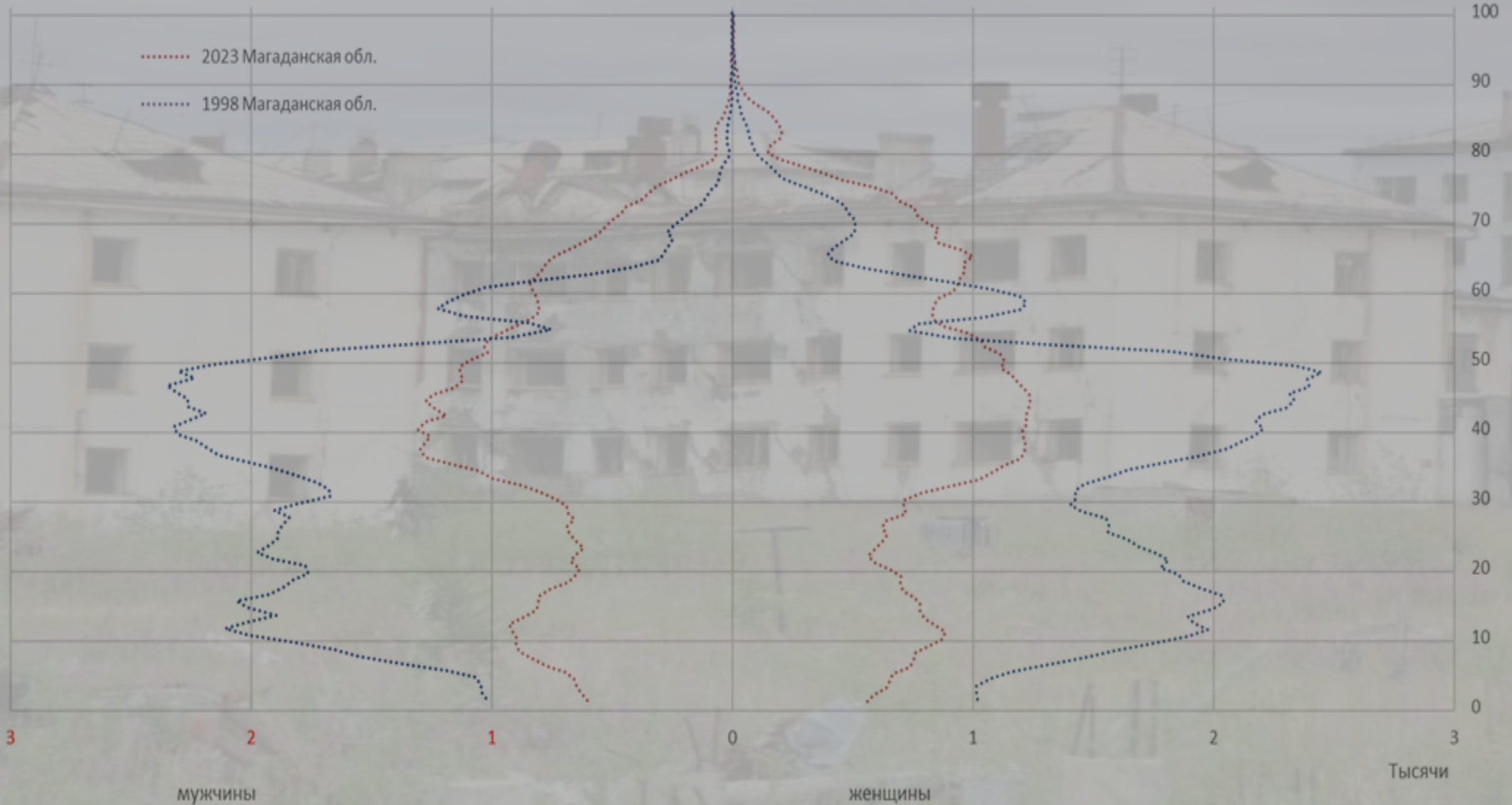


Риск снижения трудового потенциала. В связи с изменением статуса и привлекательности отдельных специальностей, нарушается процесс ротации персонала, что приводит к увеличению, числа возрастных работников. В результате, возникает **риск образования дефицита работников отдельных специальностей**, в связи с их увольнением. Для оценки данного риска на основании данных, полученных при подготовке отчета по стандарту МСФО-19 для предприятия и дополнительной информации о специальностях работников, построен прогноз выбытия работников предприятия в разрезе отдельных специальностей.

Выводы

- Демографический прогноз должен быть частью модели крупной системы
- Целесообразно переходить от демографических сценарных прогнозов к моделированию

Демография и география. Риски урбанизации.



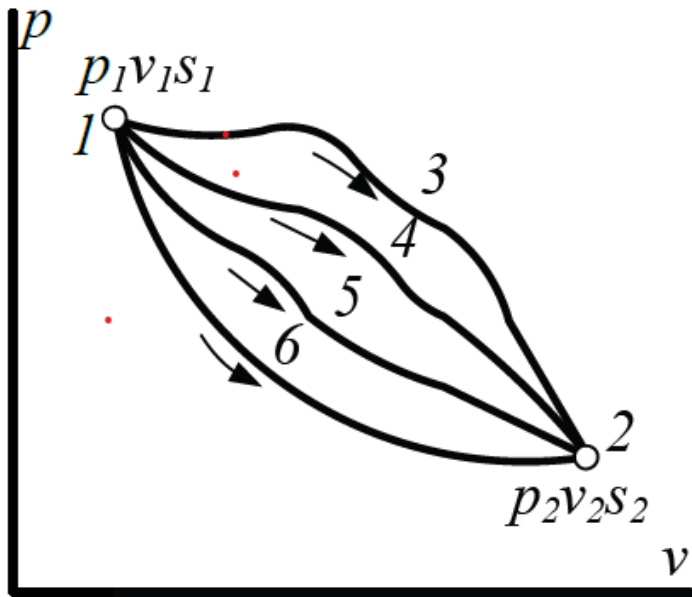
Демография, Антропология и Биология

На стыке с биологией и антропологией изучаются вопросы репродуктивного здоровья, старения, генетической предрасположенности к заболеваниям, влияющие на смертность. Антропологи добавляют в этот анализ культурный контекст: изучая традиции и обычаи малых народов, они помогают понять, почему в некоторых культурах сохраняются архаичные модели рождаемости или особые пищевые привычки, влияющие на долголетие



Сравнение демографической системы с биологической часто рассматривается как редукционизм. Тем не менее, на большом горизонте наблюдается много интересных эволюционных примеров, начиная с исчезновения видов, до адаптации к изменению окружающей среды.

Термодинамический аналог демографической системы – функция состояния



Удельная энтропия есть однозначная функция состояния газа, принимающая для каждого его состояния вполне определенное значение.

Удельная энтропия является экстенсивным (зависит от массы вещества) параметром состояния, и изменение ее в любом термодинамическом процессе полностью определяется крайними состояниями тела и не зависит от пути

процесса. В связи с этим энтропия газа, являясь параметром состояния, в

процессах, 1-3-2, 1-4-2, 1-5-2, 1-6-2 будет изменяться одинаково.

Возможно ли описать демографическую систему полным дифференциалом?

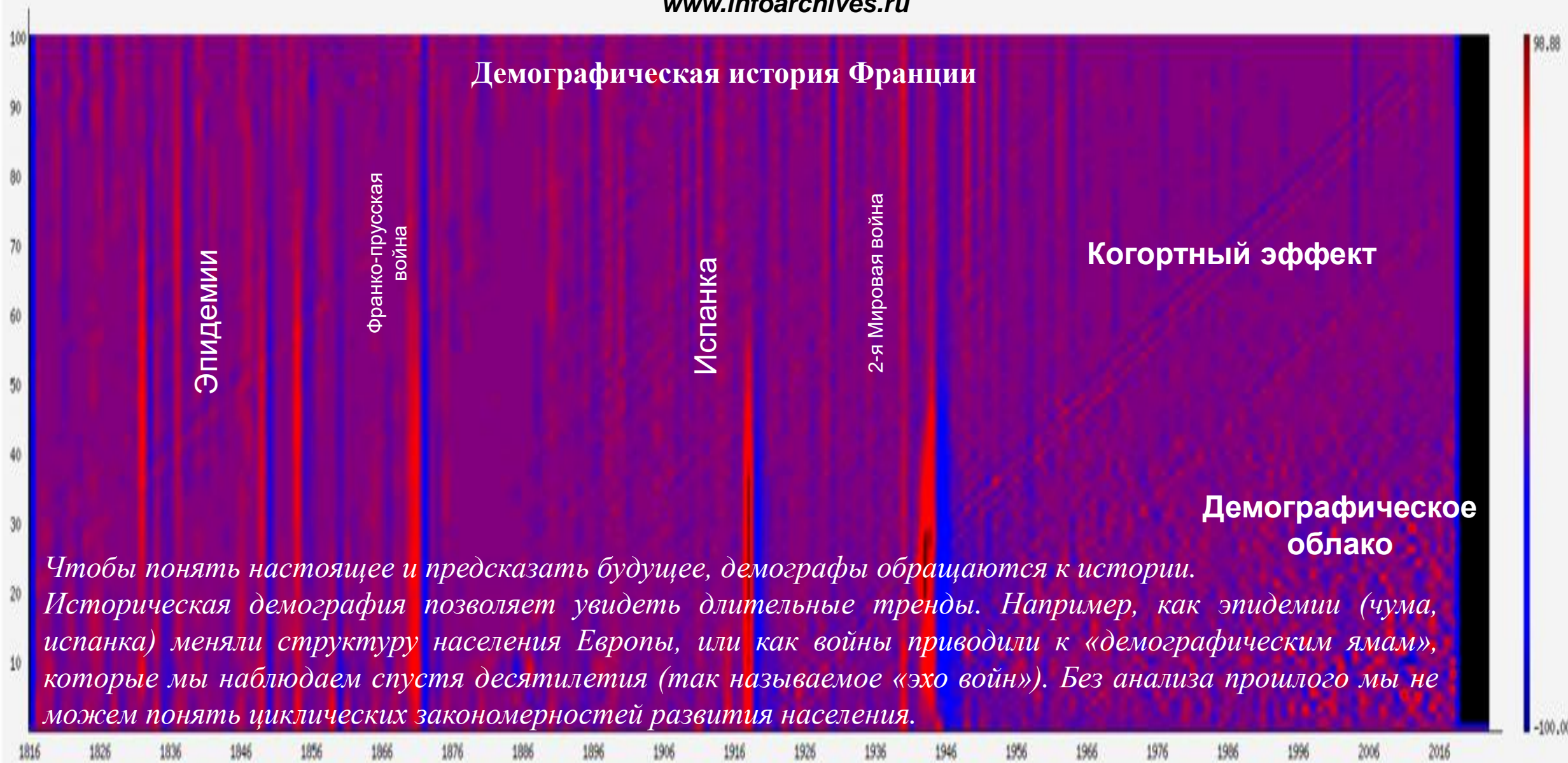
$$dz = M(x, y)dx + N(x, y)dy. \quad M = (\partial z / \partial x)_y; \quad N = (\partial z / \partial y)_x$$

Возможно ли рассматривать демографическую систему как эргодическую систему ?

Просматриваемая зависимость между историческими событиями позволяет заключить о сохранении истории в новом цифровом формате, носителем которого и являются таблицы смертности

www.infoarchives.ru

Демографическая история Франции



Чтобы понять настоящее и предсказать будущее, демографы обращаются к истории. Историческая демография позволяет увидеть длительные тренды. Например, как эпидемии (чума, испанка) меняли структуру населения Европы, или как войны приводили к «демографическим ямам», которые мы наблюдаем спустя десятилетия (так называемое «эхо войн»). Без анализа прошлого мы не можем понять циклических закономерностей развития населения.

Биосфера и человечество

	Масса (тонн)
Люди	$3.5 \cdot 10^8$
Живое вещество	$2.4 \cdot 10^{12}$
Атмосфера	$5.2 \cdot 10^{15}$
Гидросфера	$1.5 \cdot 10^{18}$
Земная кора	$2.8 \cdot 10^{19}$
Земля	$6.0 \cdot 10^{21}$

Живое вещество* — вся совокупность тел живых организмов в биосфере, вне зависимости от их систематической принадлежности. По оценкам масса людей на планете около 3 500 млн. тонн. Масса живого вещества около 24 трлн. тонн. Т.е. почти на 4 порядка выше массы людей. **Возникает естественный вопрос, способна ли такая масса оказать существенное влияние на окружающую среду?** Дело в том, что в профессиональной среде нет единого мнения о степени антропогенного влияния. В ряде стран этот факт считается доказанным и больше не обсуждается. По мнению других, мир еще только вступает в глобальный экологический кризис, а лидеры Русского географического общества убеждают нас в том, что нет ни того, ни другого. По сути, к аналогичному мнению пришел и датский статистик Б. Ломборг. В своей книге автор доказывал, что такие обсуждаемые в СМИ глобальные проблемы, как перенаселенность, истощение нефтяных запасов, сокращение количества лесов, вымирание видов, нехватка воды и некоторые аспекты глобального потепления, не подтверждаются статистическими данными.

*Термин введен В. И. Вернадским.

Природные ресурсы

нефть	месяц млн. барр.	день (млн. литров)	день м ³	в цистернах	в танкерах	ребро куба в день (м)	год м ³	ребро куба год (м)	в воронках
Общая добыча в РФ	285	1 520	1 788 235	17 882	45	121	652 705 882	867	3,1
Экспорт из РФ в Индию	48	256	301 176	3 012	7,5	67	109 929 412	479	0,5
США	387	2 064	2 428 235	24 282	60,7	134	886 305 882	961	4,3
Саудовская Аравия	330	1 760	2 070 588	20 706	51,8	127	755 764 706	911	3,6
Мир	2 700	14 400	16 941 176	169 412	423,5	257	6 183 529 412	1 835	29,8
доля РФ	11%								

уголь	год млн. тонн	плотность					год м ³	ребро куба год (м)	в воронках
Общая добыча в РФ	438	1400					312 857 143	679	1,51
Китай	4 660						3 328 571 429	1 493	16,06
Индия	1 000						714 285 714	894	3,45
США	50						35 714 286	329	0,17
Мир	8 700						6 214 285 714	1 839	30,0
доля РФ	5%								



Газ	Год, млрд м ³	Пл					ребро куба год (м)	в воронках
Общая добыча в РФ	640						8 618	3 088
Газпром	400						7 368	1 930
США	1 170						10 537	5 646
Мир	4 050						15 940	19 543
доля РФ	16%							

Предлагаемая мера объема ежегодного истощения полезных ископаемых, воронка в г. Мирном



уголь	год млн. тонн
Общая добыча в РФ	438
Китай	4 660
Индия	1 000
США	50
Мир	8 700



Историю лишь потому изучать следует, что уходя она не сумела убрать свои последствия.

В.О. Ключевский

Некоторые гидроэлектростанции и их мощность:

Иваньковская ГЭС — 30 МВт.

Угличская ГЭС — 110 МВт.

Рыбинская ГЭС — 330 МВт.

Нижегородская ГЭС — 520 МВт.

Чебоксарская ГЭС — 1,4 ГВт.

Жигулёвская ГЭС — 2,3 ГВт.

Саратовская ГЭС — 1,29 ГВт.

Волжская ГЭС имени XXII

съезда КПСС — 2,54 ГВт.

Суммарная мощность Волжских ГЭС — **10 ГВт** (10 млн кВт),
а среднегодовая выработка электроэнергии — более **40 млрд кВт/ч.**

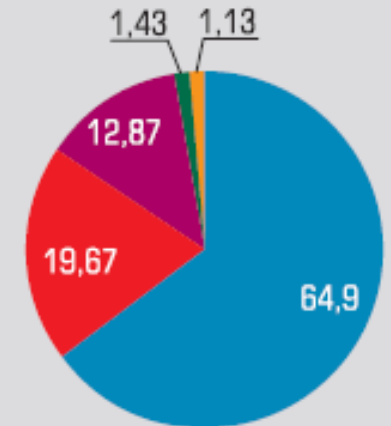
Установленная мощность в РФ в 2024 году: **275 ГВт**

Годовое потребление РФ в 2024 году: **1 200 млрд кВт/ч.**



Каскад Волжских ГЭС

Основная доля в энергосистеме приходится на тепловые станции



структура установленной мощности электростанций энергосистемы России по состоянию на 01.01.2025 %

ТЭС ГЭС АЭС ВЭС СЭС

Источник: Системный оператор ЕЭС

Мощность ЦОД в РФ в 2028
вырастет в 3 раза – 2.3 ГВт



Вторая крупнейшая во Вьетнаме ГЭС «Хоабинь» мощностью 1920 МВт проектировалась в СССР и строилась при участии советских специалистов

Климатические риски: Нуре or reality?

Trans

Рост температуры атмосферы

Versus

Циклы солнечной активности

П. Брейгель. Охотники на снегу 1565 г.

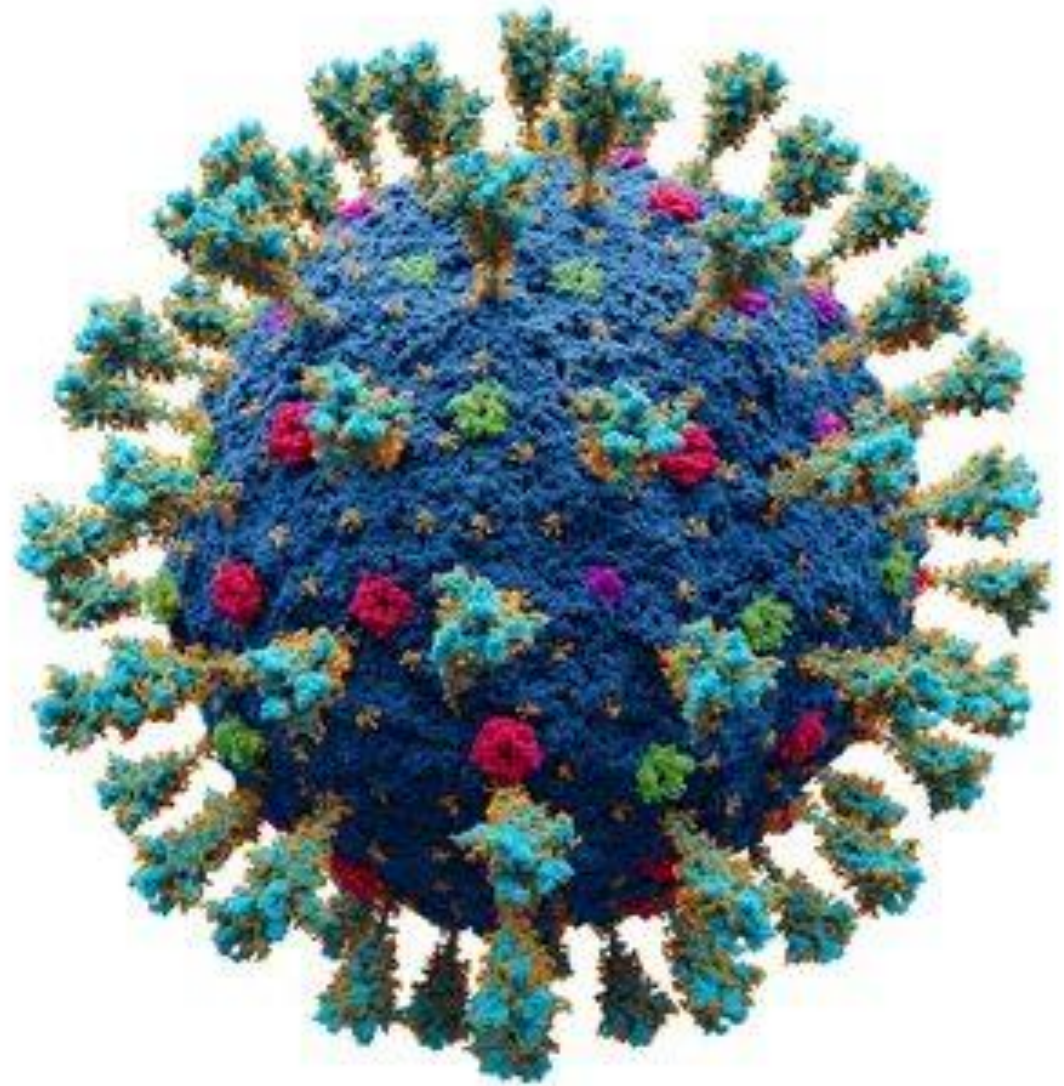
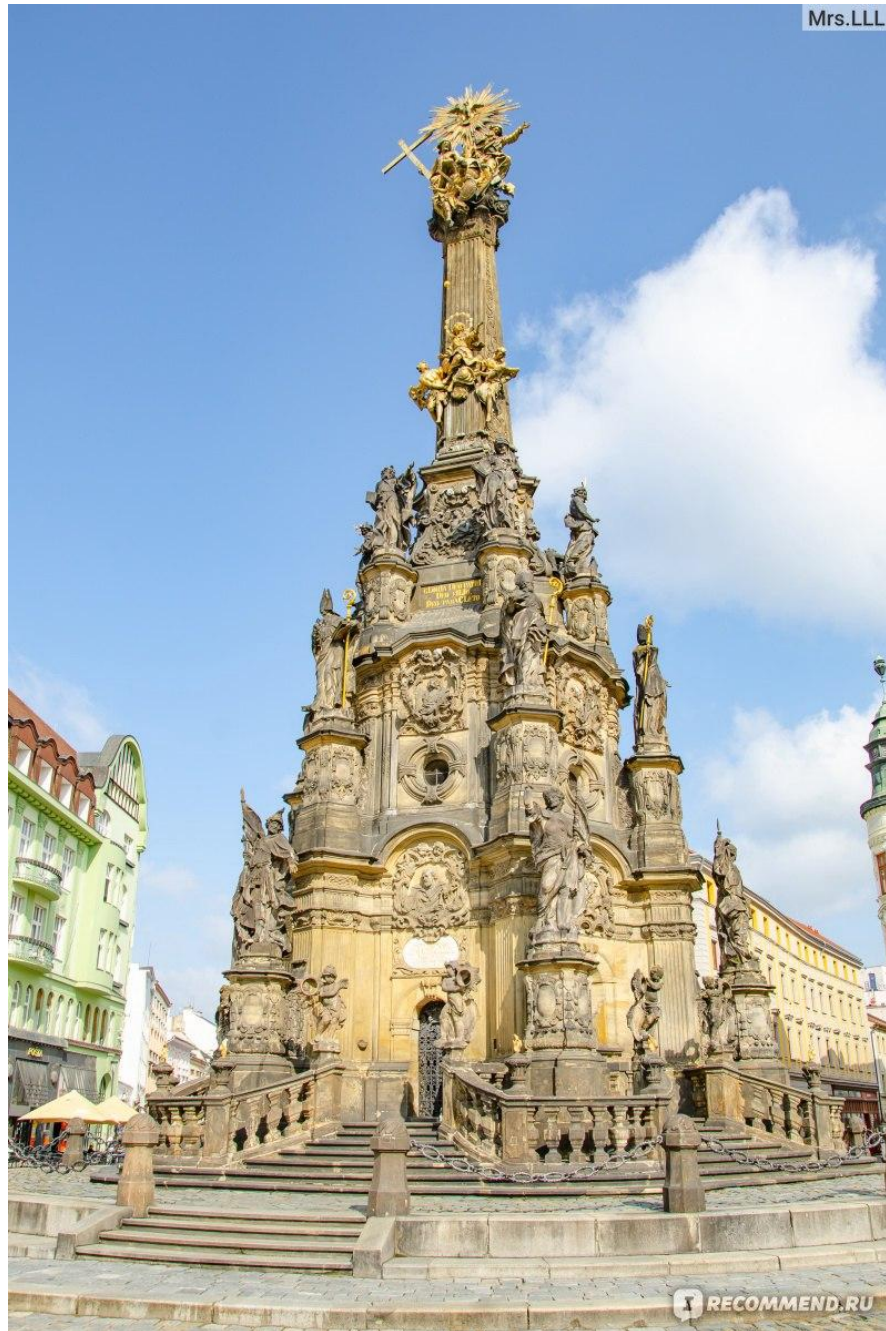


Экологические риски

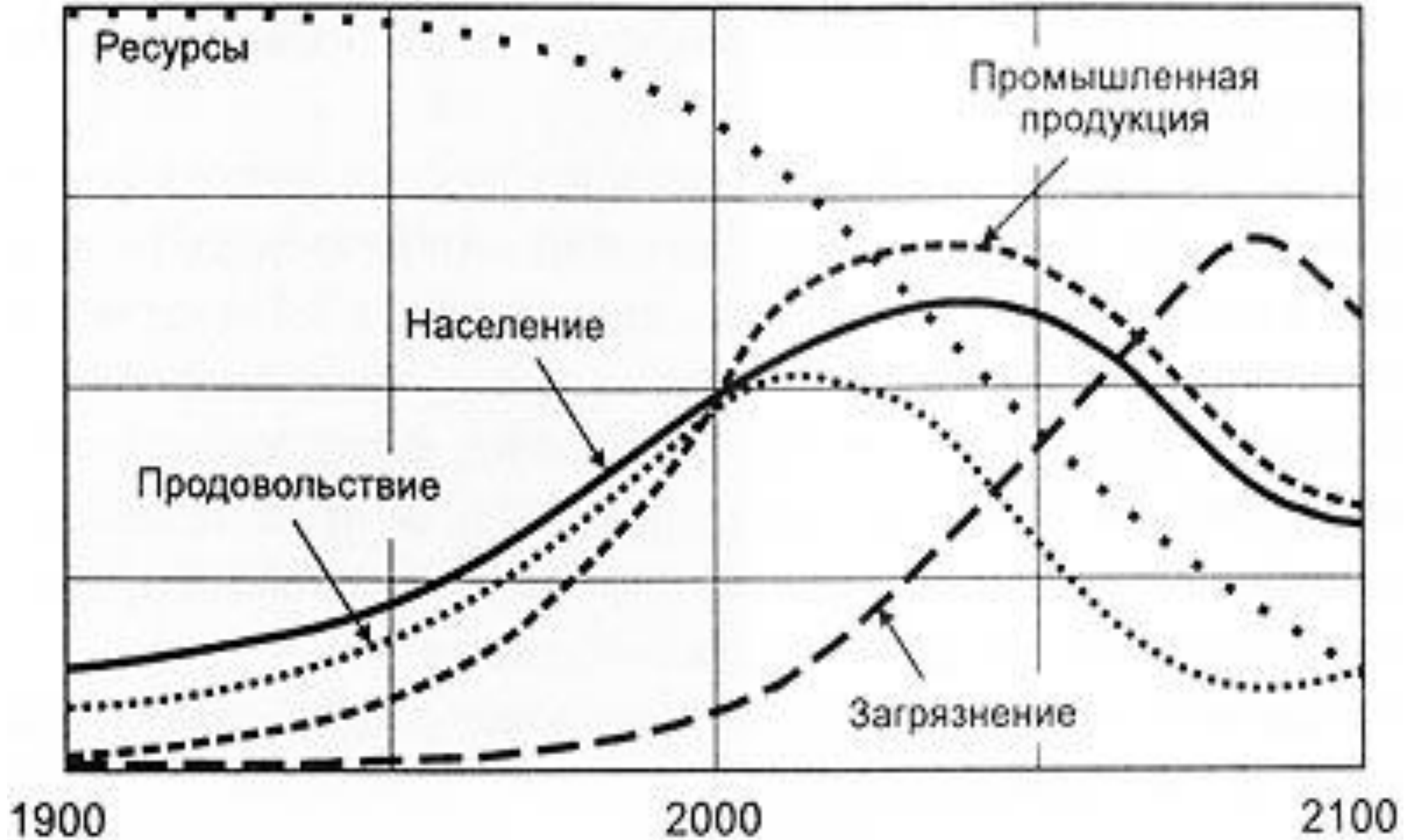


Остров Итуруп, побережье Тихого океана, лето 2021

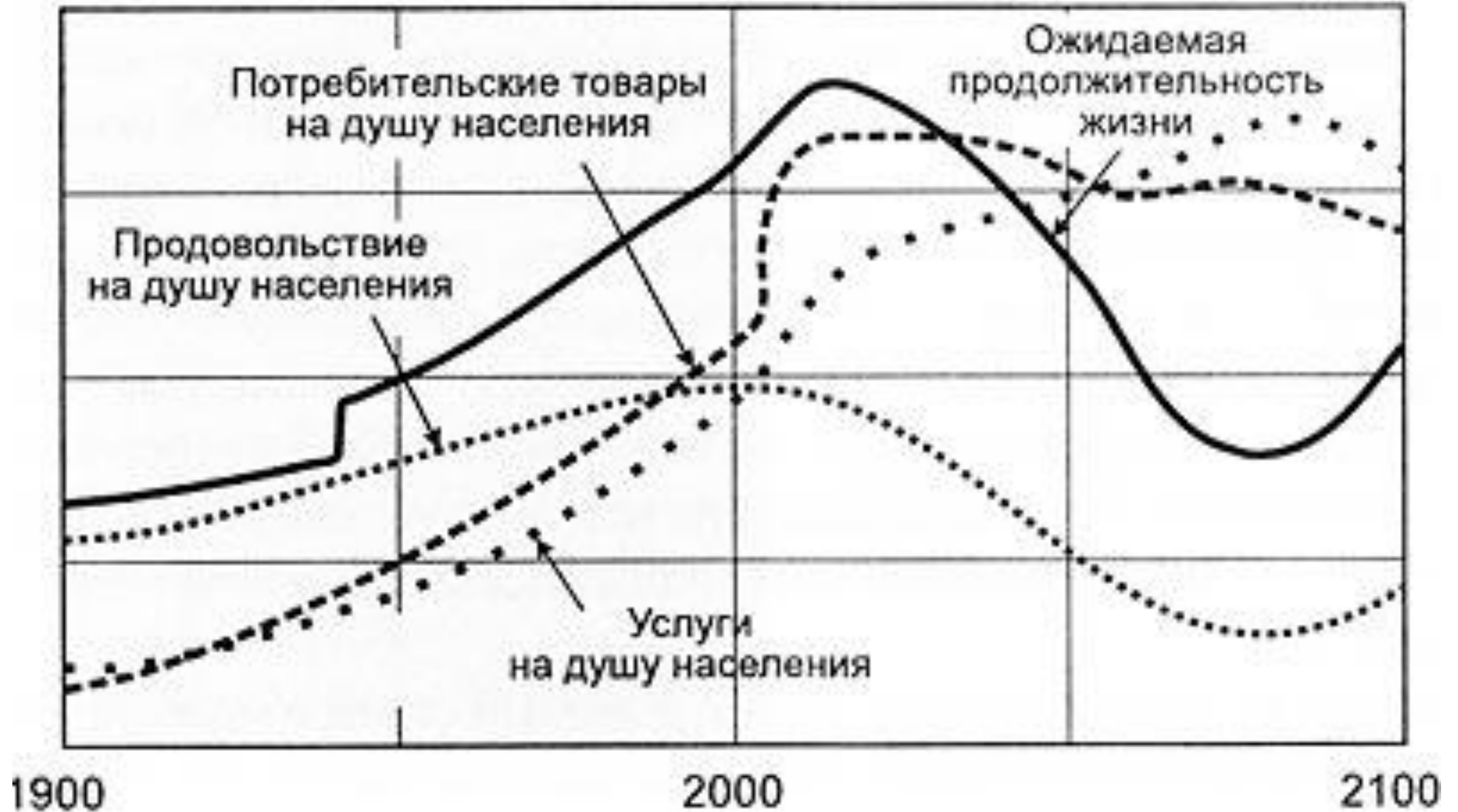
Эпидемиологические риски



Результаты сценария Римского клуба. Источник: Пределы роста, Работы римского клуба



Результаты сценария Римского клуба. Источник: Пределы роста, Работы римского клуба



В основе большинства современных проблем лежит полувековая глобальная политика «Устойчивого развития», выработанная на основе доклада Римского клуба «Пределы роста» (1972). Эта политика определила стагнацию научно-технического прогресса и породила эпоху застоя в мировой науке. Научные знания постепенно перестали быть факторами производства. Проектный подход, используемый при субсидировании науки в развитых странах, мотивирует в основном те исследования, которые могут принести экономическую выгоду компаниям на горизонте инвестиций, не превышающем трех лет. Реальная эффективность исследований заменяется наукометрикой. Небрежно сделанные работы объявляются «революционными», а качество методов редко проверяется. Падает как качество научной экспертизы, так и общий уровень знаний.

(А. Лосев, финансист)

*Направления развития — инновационные технологии, способные эффективно заменить существующие технологии во множестве отраслей и **сократить потребность в ресурсах без снижения экономического уровня и качества жизни людей.** Это инновации, которые делают продукты и услуги более доступными и недорогими.*

***Рециркуляционные ресурсосберегающие технологии в промышленности, фотонные процессоры в электронике и регенеративные технологии в биомедицине.** Расширение возможностей ядерной энергетики. Взгляд на культуру и просвещение как на основу цивилизационного развития и как на возможность повысить культуру производства, производительность труда и наукоемкость экономики.*

(А. Лосев, финансист)

Где не смотрят далеко, там беда близко (японская пословица)

Будущее принадлежит Богу (португальская пословица)

Глобальные риски устойчивого развития

Глобальные риски ставят на грань выживания как всю цивилизацию, так и отдельное государство. Сегодня разговоры о конце света ведутся практически на всех уровнях, начиная от индивидуума (эмоции) до появления государственных программ, международных соглашений по климату и т.д. Причем Интернет только раздувает этот огонь. Импактные, вулканические, экологические катастрофы широко обсуждаются на примерах от нарастающей активности супервулкана Тоба, который 75 тыс. лет назад едва не погубил всё человечество, до возможности взрыва Йеллоустонского супервулкана, который уничтожит цивилизацию.

Просматривая историю алармизма можно вспомнить пророческие катрены Нострадамуса (1503-1566), который начинал с кулинарной книги, но не хватало на семью, а пророчества пользовались успехом по двум причинам: людское любопытство, желание заглянуть в завтра, второе – обыкновенный расчет, если один прогноз окажется неверным, другой попадет в цель.

Одним из первых, кто на научной основе обратил внимание на процессы неравномерного развития был Т. Мальтус (1766-1834), который в работе “Очерк о законе народонаселения” утверждал, что неконтролируемый рост народонаселения может приводить к снижению благосостояния и массовому голоду.

В 1972 году был опубликован доклад Римского клуба “Пределы роста”, где анализировалась динамическая система, включавшая пять переменных (население, ресурсы, капитал, экология, продовольствие). Было показано, что сохранение сложившейся траектории развития приведет к цивилизационному кризису.

В конце прошлого века появился термин “sustainable development”, подразумевавший сбалансированное (устойчивое) развитие с учетом возможностей земной экосистемы (природы). В СССР в этом направлении активно работали Н. Моисеев, Н. Тимофеев-Ресовский и др.

В последнее время появляются новые направления, например, коллапсология - наука о конце света. Климатические изменения могут вступить в экспоненциальное взаимодействие, что приведет к катастрофе. Так, если льды Арктики растают (а этот процесс начался), Гольфстрим и другие океанические течения замедлятся, а затем остановятся. Таяние вечной мерзлоты в России выпустит 100 гигатонн CO₂. В северных лесах начнутся пожары, отчего CO₂ станет еще больше. Коллапсология включает элементы экономики, экологии, социологии, демографии, истории, инженерии, политики и других областей знаний.

Весь этот информационный поток требует анализа и систематизации и осмысления. С одной стороны обсуждаемые риски носят глобальный характер, но с другой при их анализе часто не хватает профессиональных суждений и нарушается принцип Оккама. Например в мире активно обсуждается кризис питьевой воды. С другой стороны воды из Байкала всему населению мира хватит на 3 тыс. лет, населению России на 200 тыс. лет.

Если опуститься на уровень ниже и рассмотреть корпоративные риски (ESG-риски), то вспоминая исторические примеры можно задуматься, какую пользу следует извлечь для крупной системы. То, что в ближайшее время произойдет переход на альтернативную энергетику мало реально, но заниматься и изучать это следует, хотя бы, для того, чтобы быть в тренде и понимать что происходит, правильно реагируя на происходящие события. Смотреть вперед - не значит сразу действовать. Может быть совсем наоборот. “Предвидеть – значит управлять” (Б. Паскаль). Нужен инструмент для оценки и моделирования ситуации. Должны быть критерии (метрики) рисков, которые будет регулярно оцениваться, контролироваться и пересматриваться при необходимости. Нужна реакция как на информационный шум, так и на перспективные технологические вызовы, нужна позиция и база аргументов. Быстро это не делается, “Бывает поздно рыть колодец, когда пожар разбушевался”. Для начала можно оцифровать (промоделировать) существующий или разрабатываемый документ по устойчивому развитию, привести обоснование, сделать необходимые расчеты.

Целесообразно:

Разработать карту глобальных рисков, промоделировать их взаимодействие и влияние на экономическое развитие (экономический рост). Именно предиктивная аналитика позволит подробнее изучить совместное влияние рисков и выработать меры по смягчению из количественного воздействия.

Идея состоит в разработке мат. моделей, в которых будет исследовано взаимодействие рисков (проблем), а не проведено изучение отдельного явления. В природе, во-первых, существуют компенсации факторов, во-вторых при изолированном изучении не видно масштаба (степени влияния). Поэтому правильно сначала определить масштаб рисков (ранжирование), сделать простые оценки, а потом заняться их уточнением. Это долгосрочная задача, не подразумевающая быстрых результатов.

Немного о грустном

Американский физик-теоретик Дэвид Гросс, получивший Нобелевскую премию за открытие асимптотической свободы, обнародовал шокирующий расчет. По его словам, цивилизация стоит на пороге исчезновения, и «часы тикают гораздо быстрее, чем принято считать». Главные угрозы — ядерный хаос и неконтролируемый искусственный интеллект, который уже готов принять «решение без людей».

«Сейчас я посвящаю часть своего времени тому, чтобы объяснять людям простую математику: наши шансы прожить еще хотя бы 50 лет ничтожно малы. Из-за ядерной опасности у нас есть около 35 лет. Это грубая оценка, но она означает, что мои внуки, скорее всего, увидят 2061 год совершенно в другом мире — если увидят вообще», — заявил Гросс в интервью LiveScience.

Нобелевский лауреат Дэвид Гросс перевел обсуждение физики высоких энергий в мрачную плоскость геополитической демографии. Отвечая на вопрос о том, создаст ли человечество «теорию всего» через 50 лет, ученый заявил, что этот вопрос не имеет смысла: к тому моменту субъекта, способного к открытиям, может не существовать. Свой прогноз он строит на вероятности ядерного конфликта, которую оценивает в 2% в год, что дает ожидаемую «продолжительность жизни» цивилизации всего в 35 лет.

«Мы должны знать в десять раз больше, чем нам нужно сейчас».
«Думая о хорошем и строя планы о хорошем, надо всегда помнить и о том, чтобы
мы ничего плохого не натворили».
Юлий Борисович Харитон

Неоклассика

Задачи, связанные с демографией

Анализ данных

Вопросы прогнозирования

Многодекрементные финансовые модели

Модели жизненного цикла

Модели смертности (saturation model)

Демографические исследования подобны сложной мозаике. Только собрав вместе кусочки из социологии (поведение), экономики (работа и деньги), географии (территория), истории (опыт прошлого) и биологии (здоровье), мы можем увидеть полную картину происходящего с населением Земли.

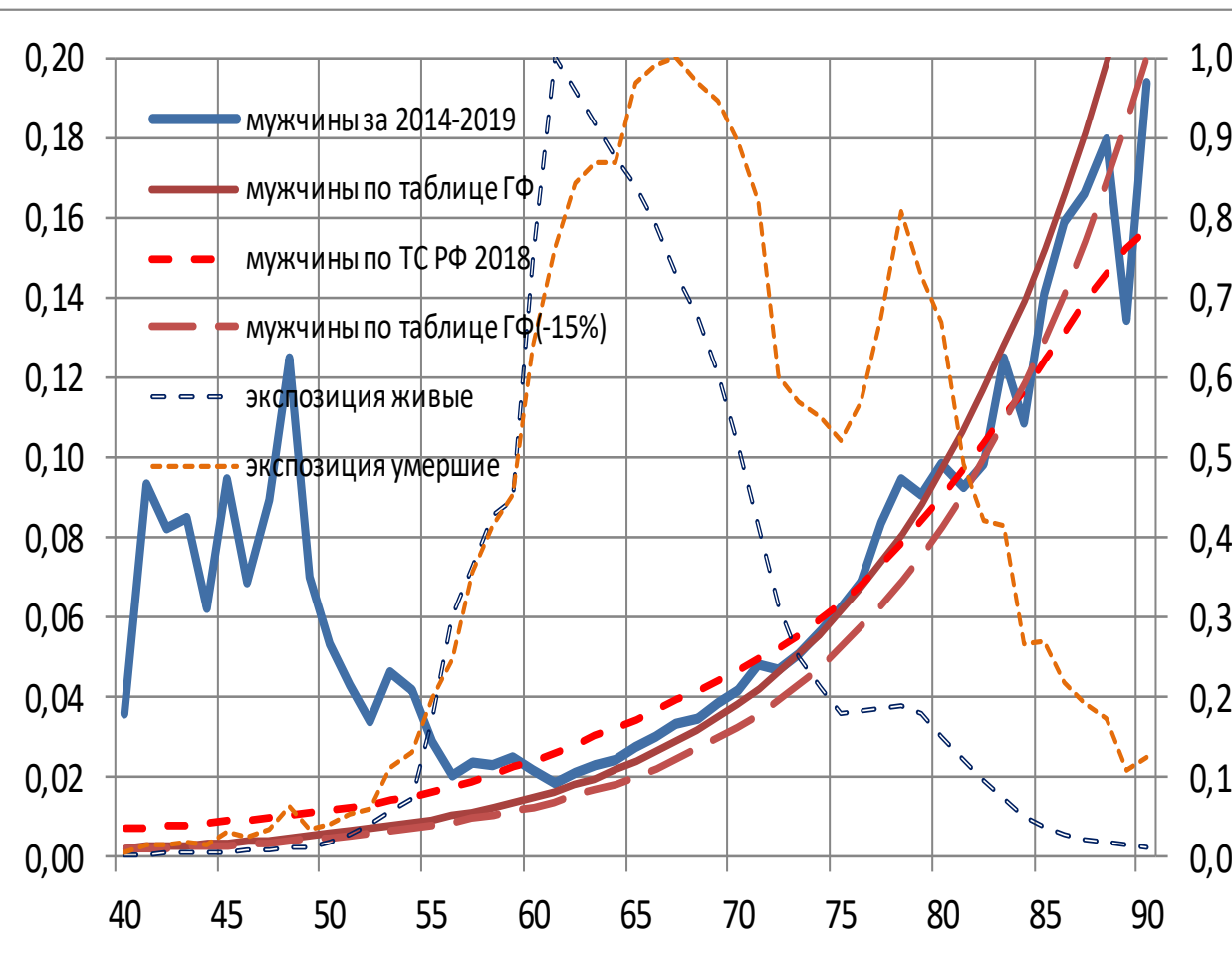
Понимание этого междисциплинарного характера крайне важно, потому что демографические проблемы (старение нации, миграционный кризис, перенаселение) нельзя решить одной лишь административной мерой. Это требует комплексного подхода, объединяющего усилия ученых самых разных специальностей.

Демография и Точные науки

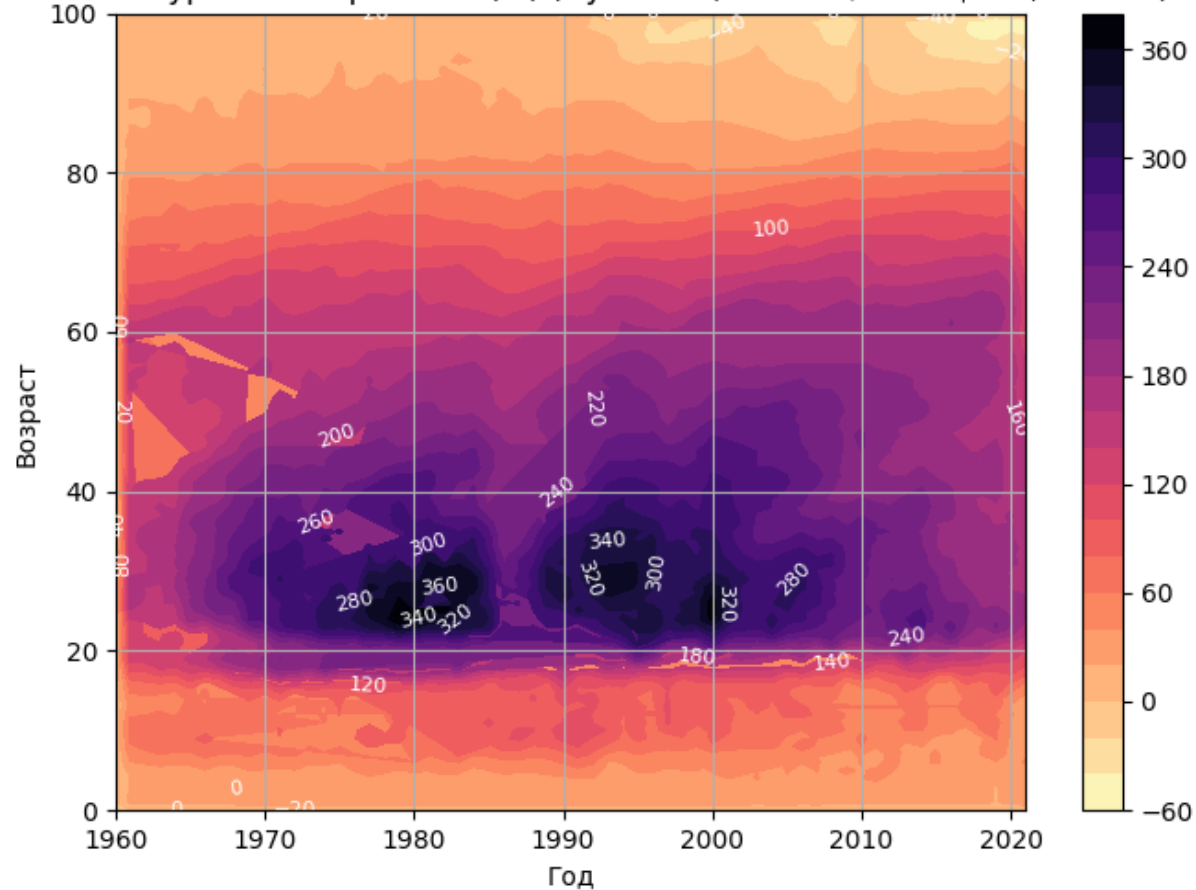
Математика — это инструментарий демографии. Без математического аппарата невозможна обработка переписей населения, расчет таблиц смертности и сложные прогнозные модели. Сегодня к этому добавились IT и Big Data, AI.

Анализ big data (например, данных сотовых операторов о передвижениях людей) позволяет изучать миграцию в реальном времени, не дожидаясь официальной статистики.

Грубые нормы смертности и расторжения

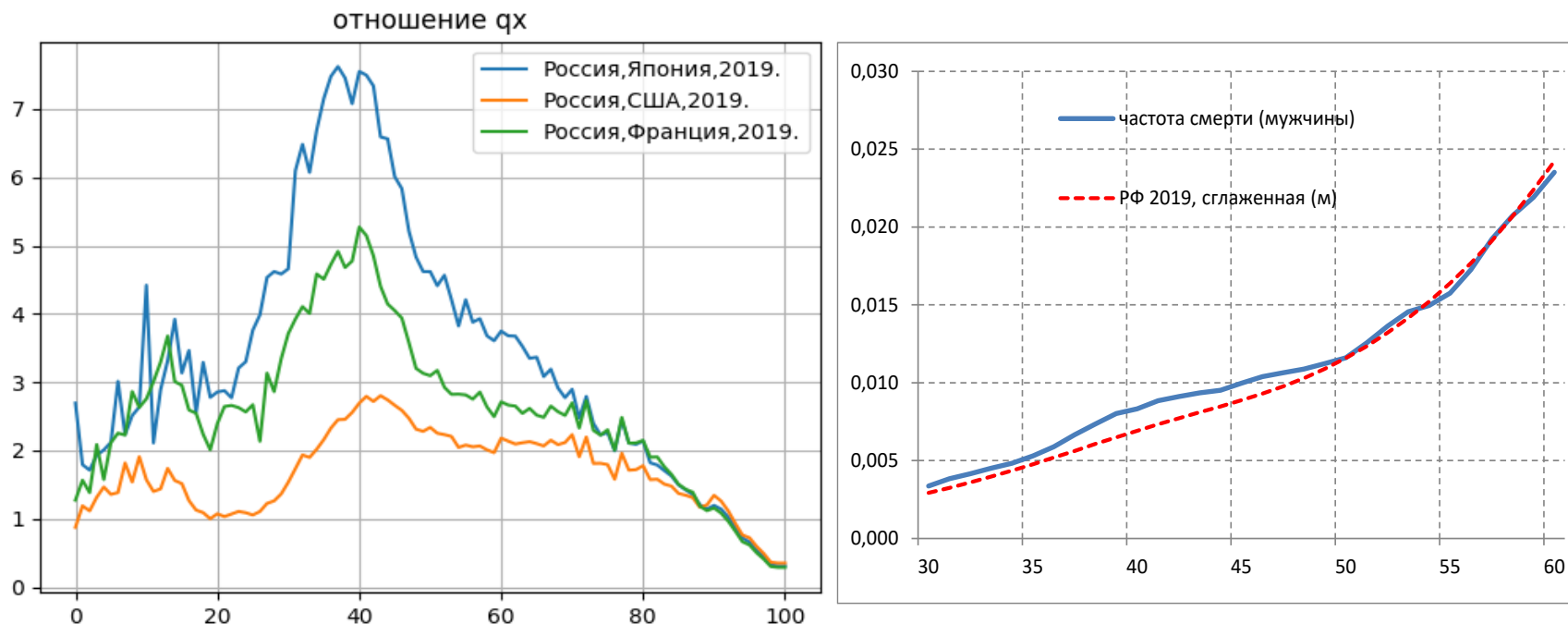


Отношение уровня смертности (%) (мужчины, Россия / женщины, Россия)



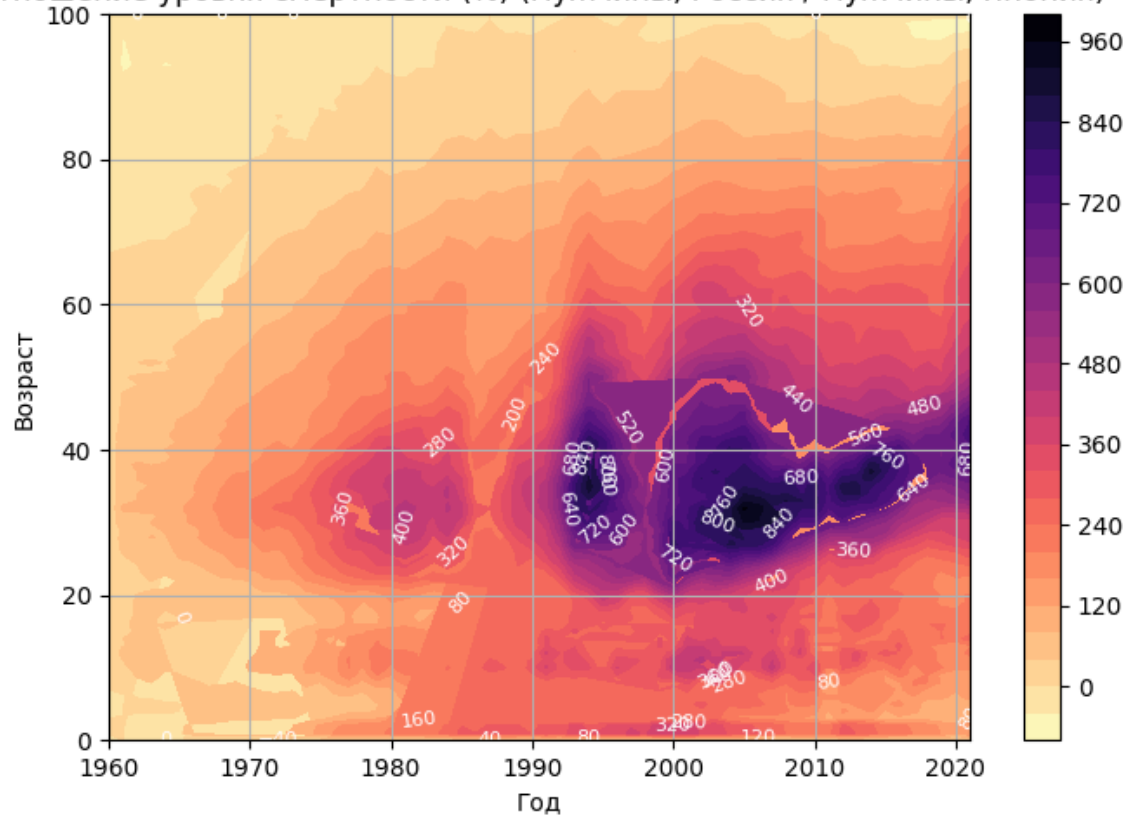
Смертность & Сверхсмертность в трудоспособных возрастах

Одним из существенных механизмов борьбы с депопуляцией является снижение смертности в трудоспособных возрастах. Смертность в возрастах 30-50 лет в РФ в разы превышает смертность в ряде стран. Сокращение уровня смертности в трудоспособных возрастах позволит существенно (на несколько сотен тысяч чел. в год) сократить нетто приток в РФ.

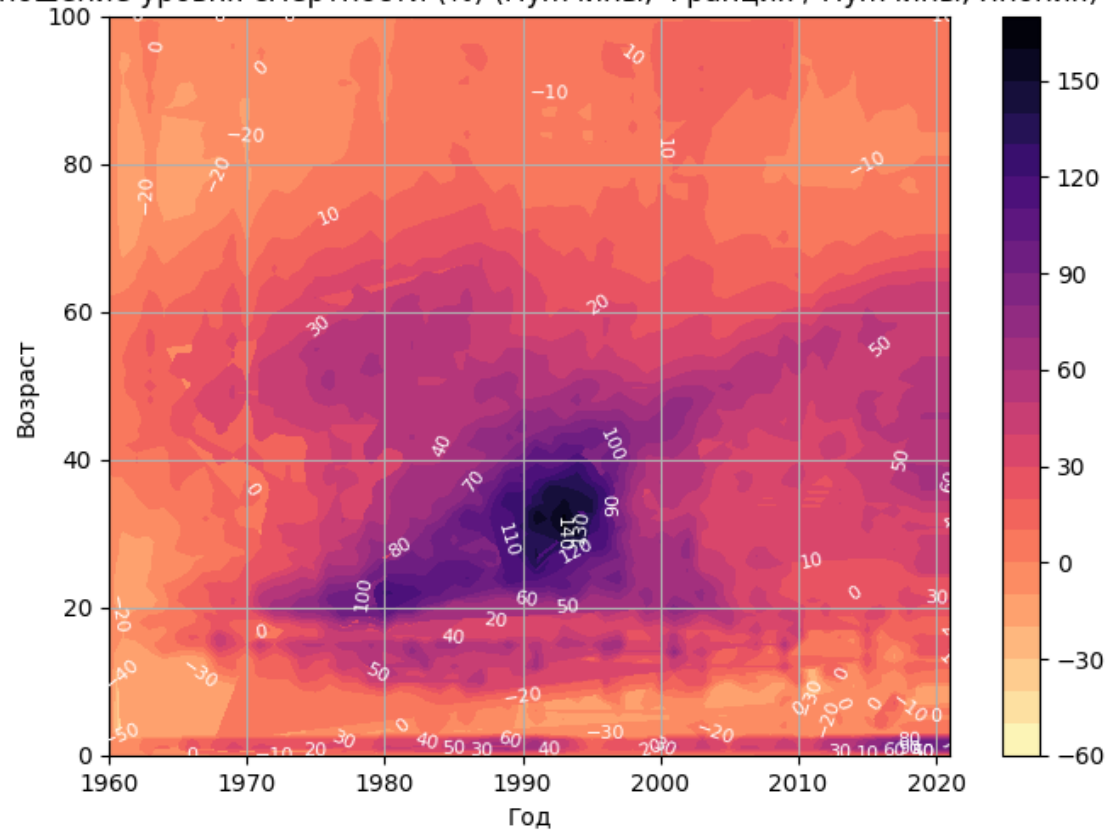


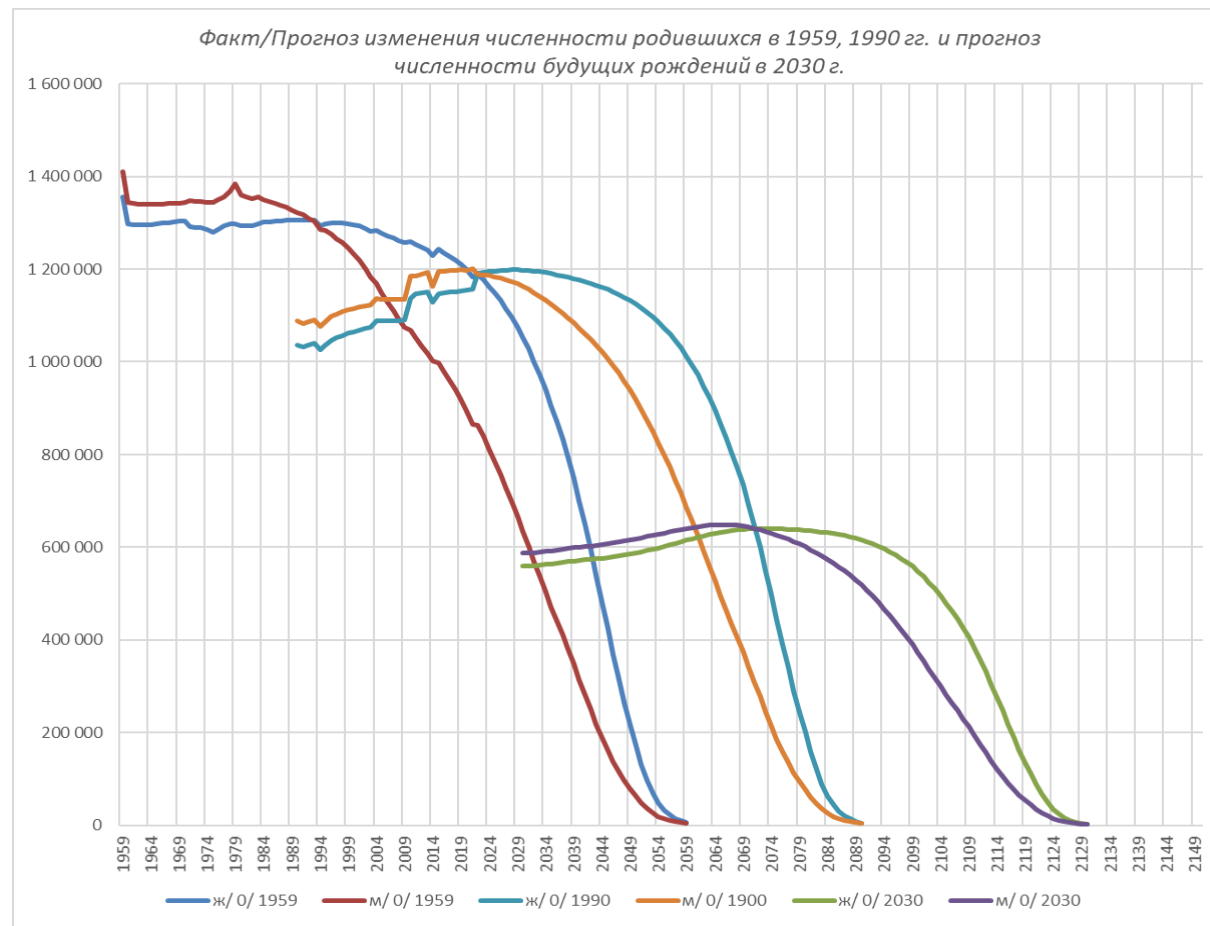
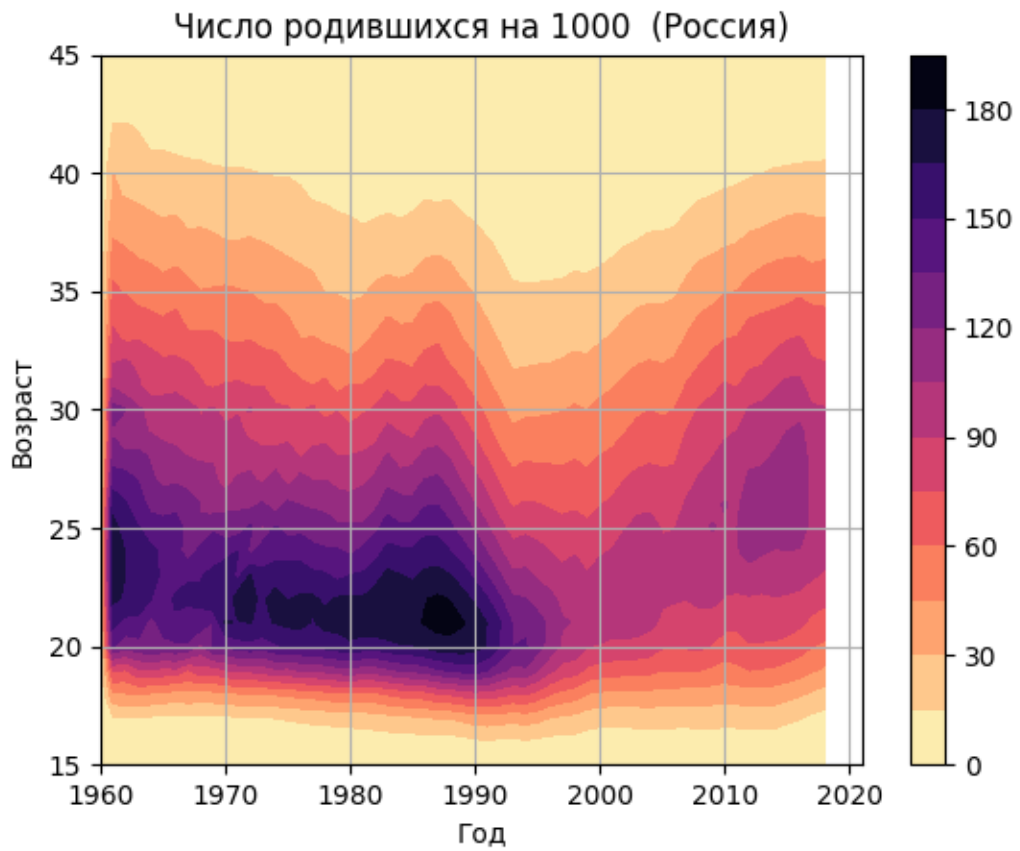
Сверхсмертность в трудоспособных возрастах

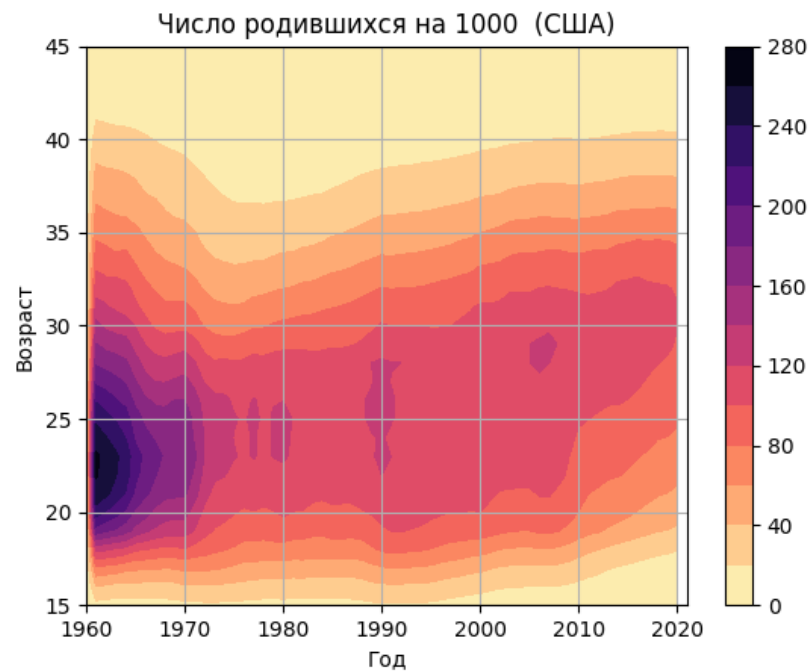
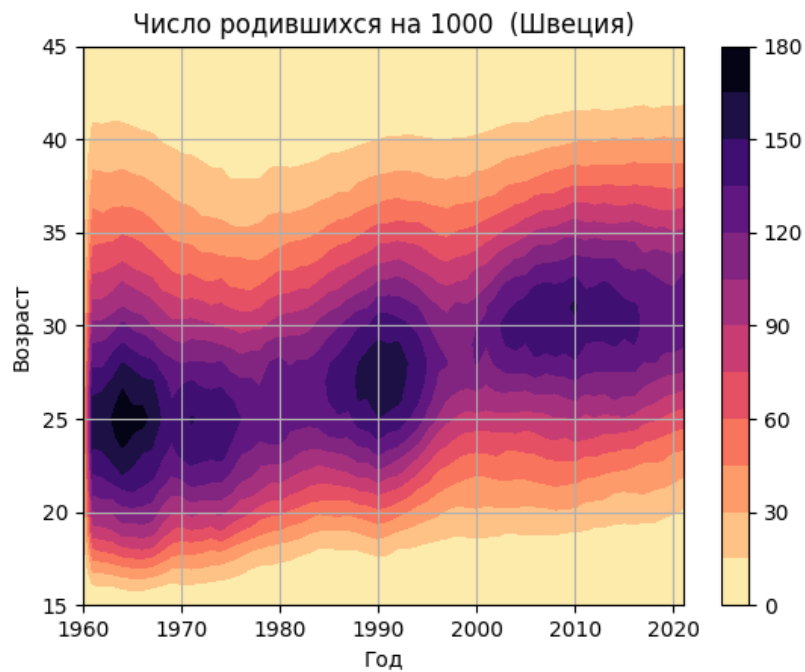
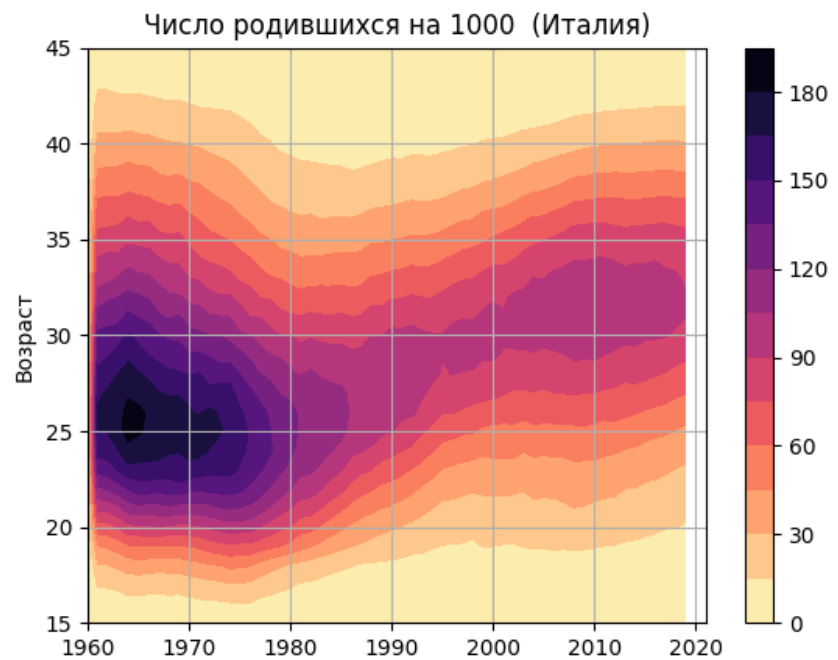
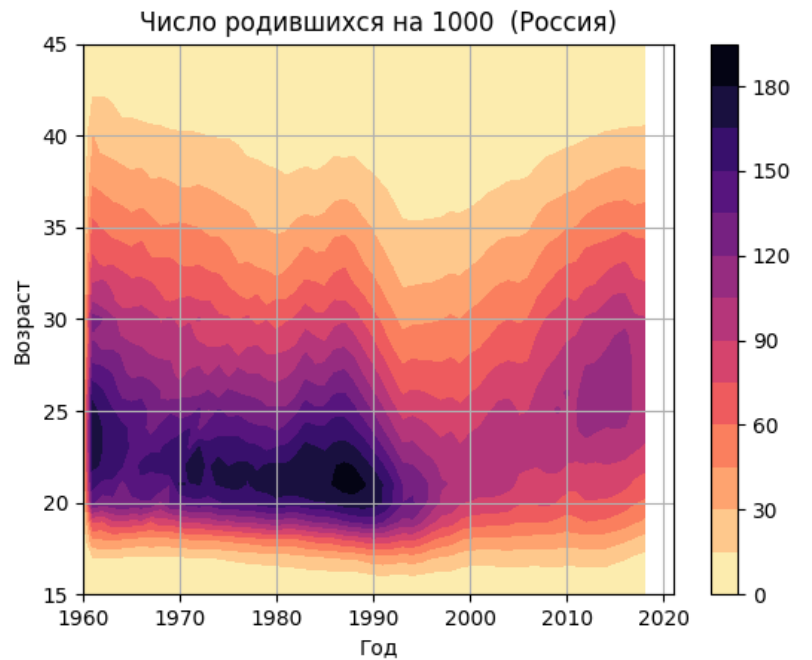
Отношение уровня смертности (%) (мужчины, Россия / мужчины, Япония)



Отношение уровня смертности (%) (мужчины, Франция / мужчины, Япония)







Анализ данных, выводы



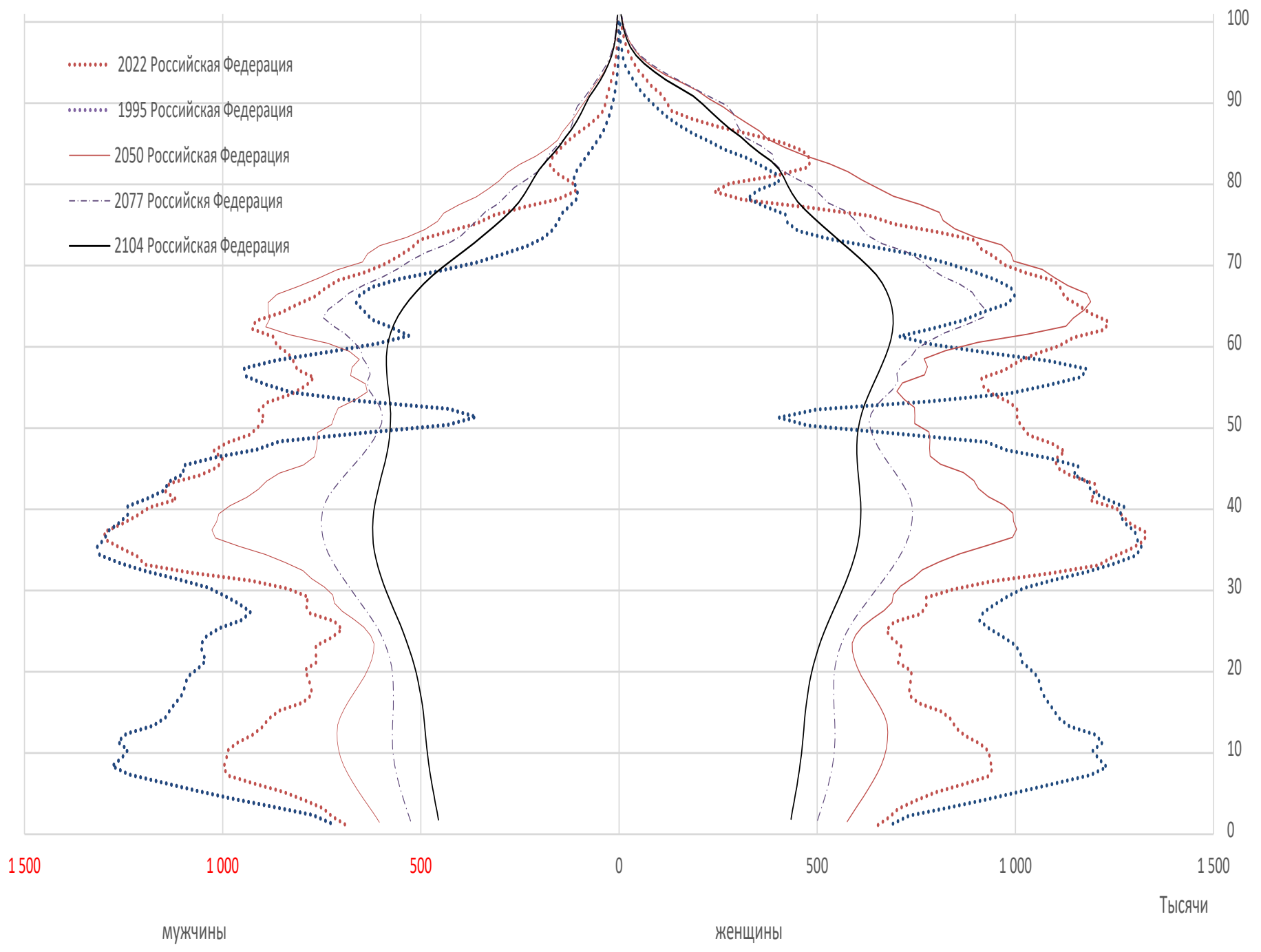
Л. Эйлер (1707-1783)

В 1735 году Академия получает задание – выполнить одно громоздкое и сложное математическое вычисление. При этом группа академиков, которой доверили это задание, взялась выполнить его за три месяца. Эйлер же сказал, что сделает это в одиночку в три дня. И сделал! Вот только перенапряжение не прошло даром: Эйлер заболел и лишился зрения на правый глаз.

В 1766-м Эйлер приезжает в Петербург во второй раз. В это время дает знать о себе катаракта левого глаза, и Эйлер слепнет совсем.

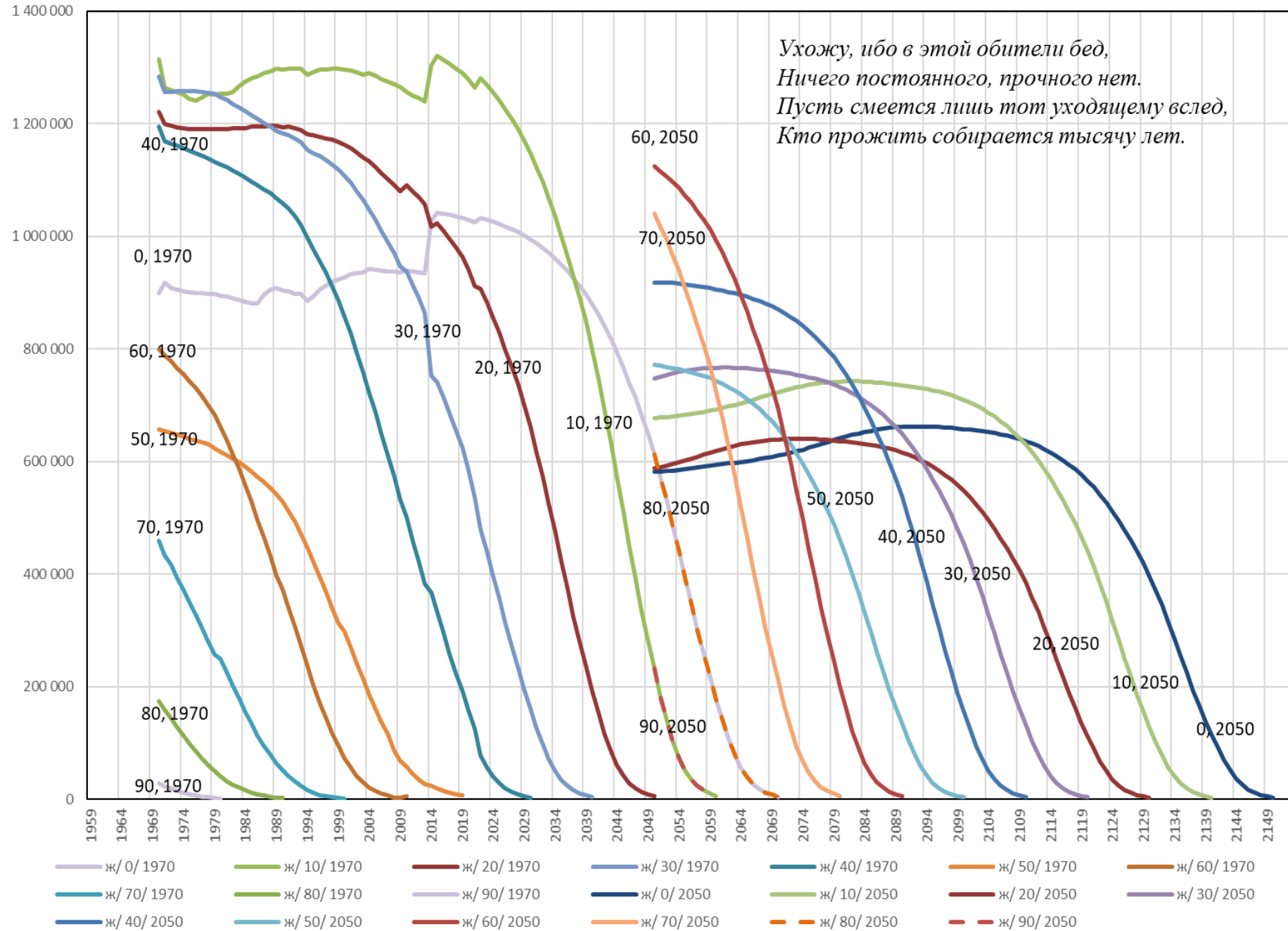
А в сентябре 1771 г. Эйлеру делает операцию на глазах известный немецкий врач. Ученый прозревает, но не слушает рекомендаций врачей – не писать, не читать и вообще с осторожностью привыкать «видеть»... и слепнет во второй раз. Окончательно...

Вопросы прогнозирования



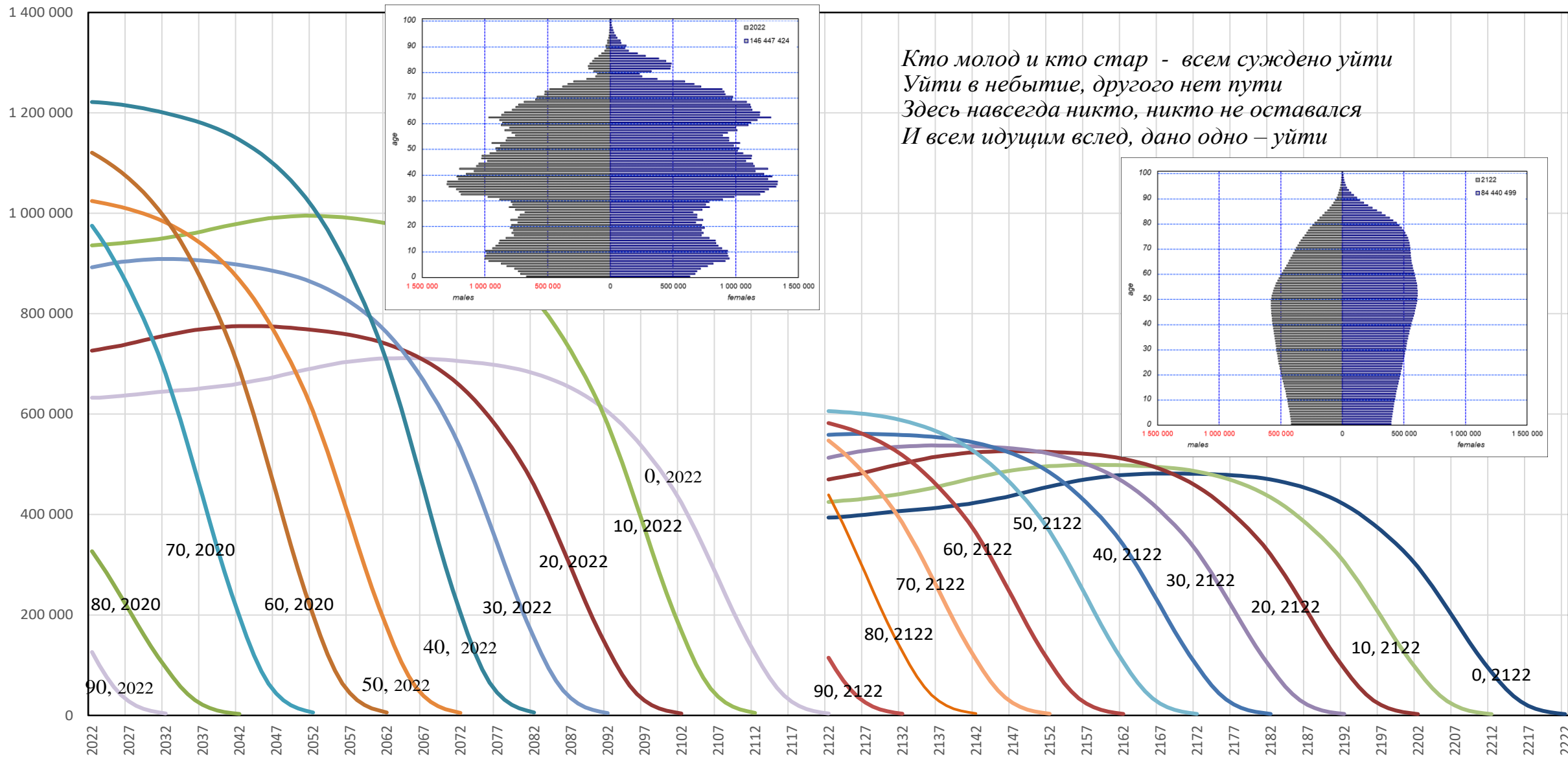
Факт/Прогноз изменения численности возрастных когорт в 1970 и 2050 гг. (женщины, РФ)

(Надписи на диаграмме: первое число - возраст когорты, второе - год когорты)



Факт/Прогноз изменения численности возрастных когорт в 2022 и 2122 гг. (женщины, РФ)

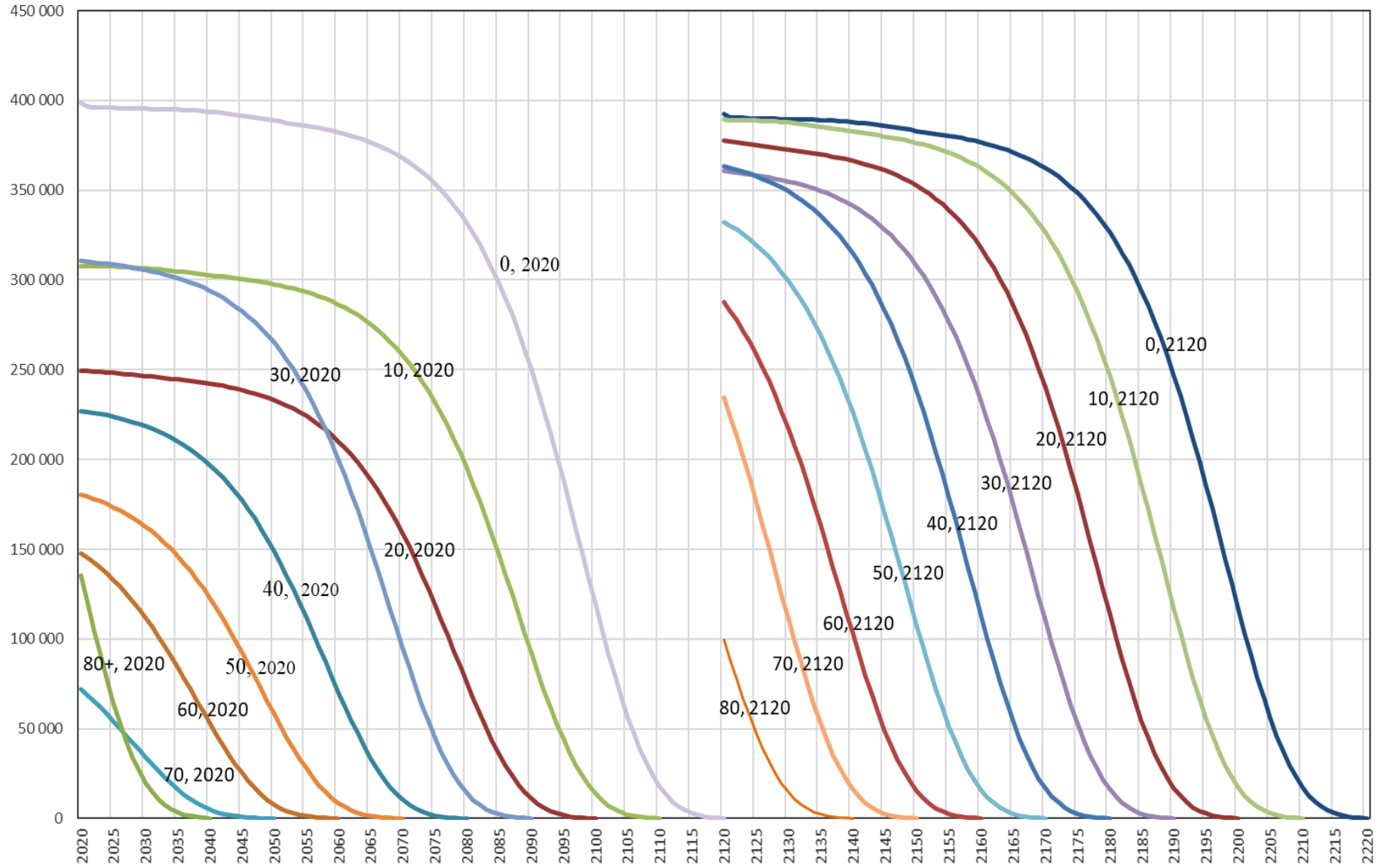
(Надписи на диаграмме: первое число - возраст когорты, второе - год когорты)



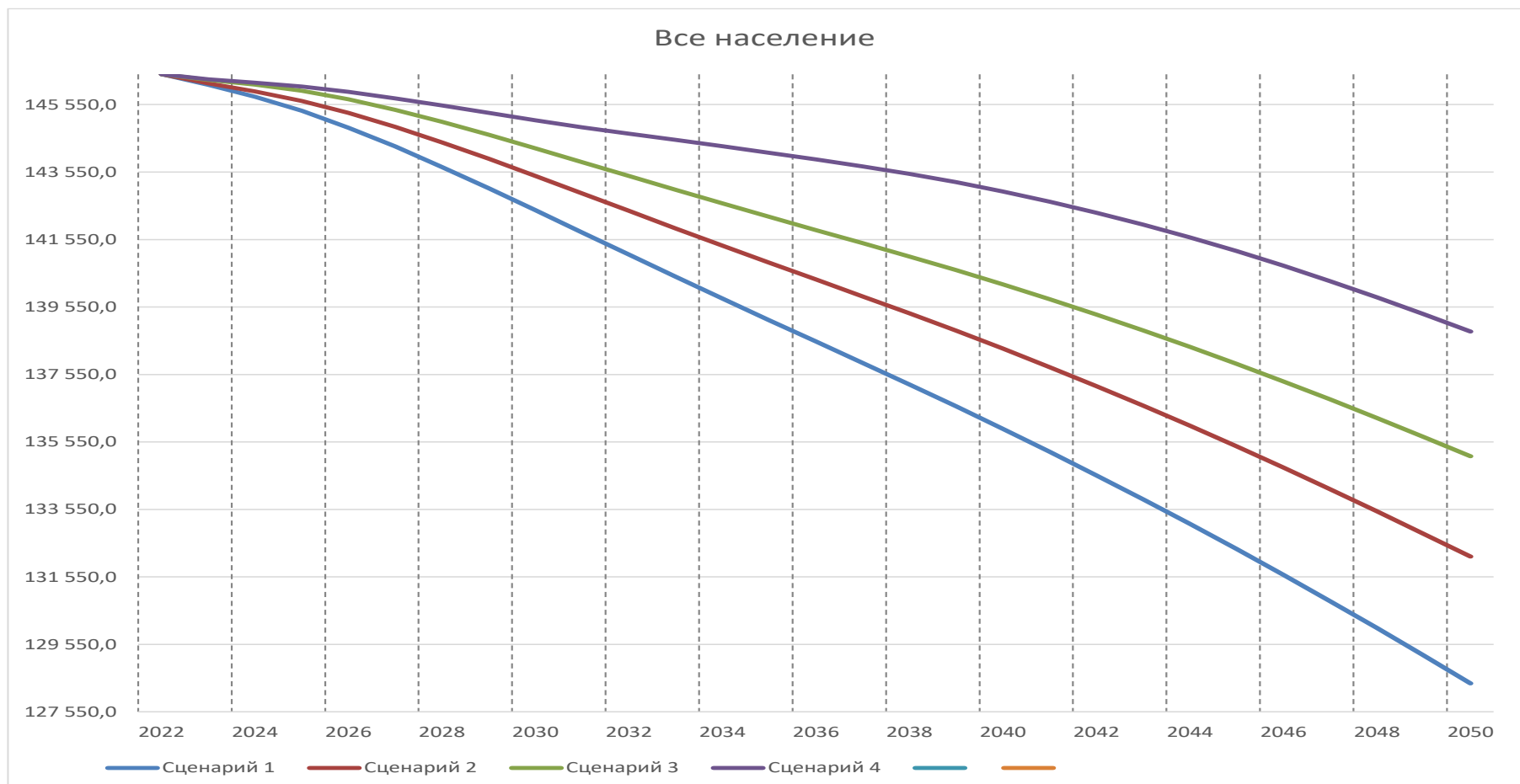
- ж/ 0/ 2022
- ж/ 10/ 2022
- ж/ 20/ 2022
- ж/ 30/ 2022
- ж/ 40/ 2022
- ж/ 50/ 2022
- ж/ 60/ 2022
- ж/ 70/ 2022
- ж/ 80/ 2022
- ж/ 90/ 2022
- ж/ 0/ 2050
- ж/ 10/ 2050
- ж/ 20/ 2050
- ж/ 30/ 2050
- ж/ 40/ 2050
- ж/ 50/ 2050
- ж/ 60/ 2050
- ж/ 70/ 2050
- ж/ 80/ 2050
- ж/ 90/ 2050

Факт/Прогноз изменения численности возрастных когорт в 2020 и 2120 гг. (женщины, РУЗ)

(Надписи на диаграмме: первое число - возраст когорты, второе - год когорты)

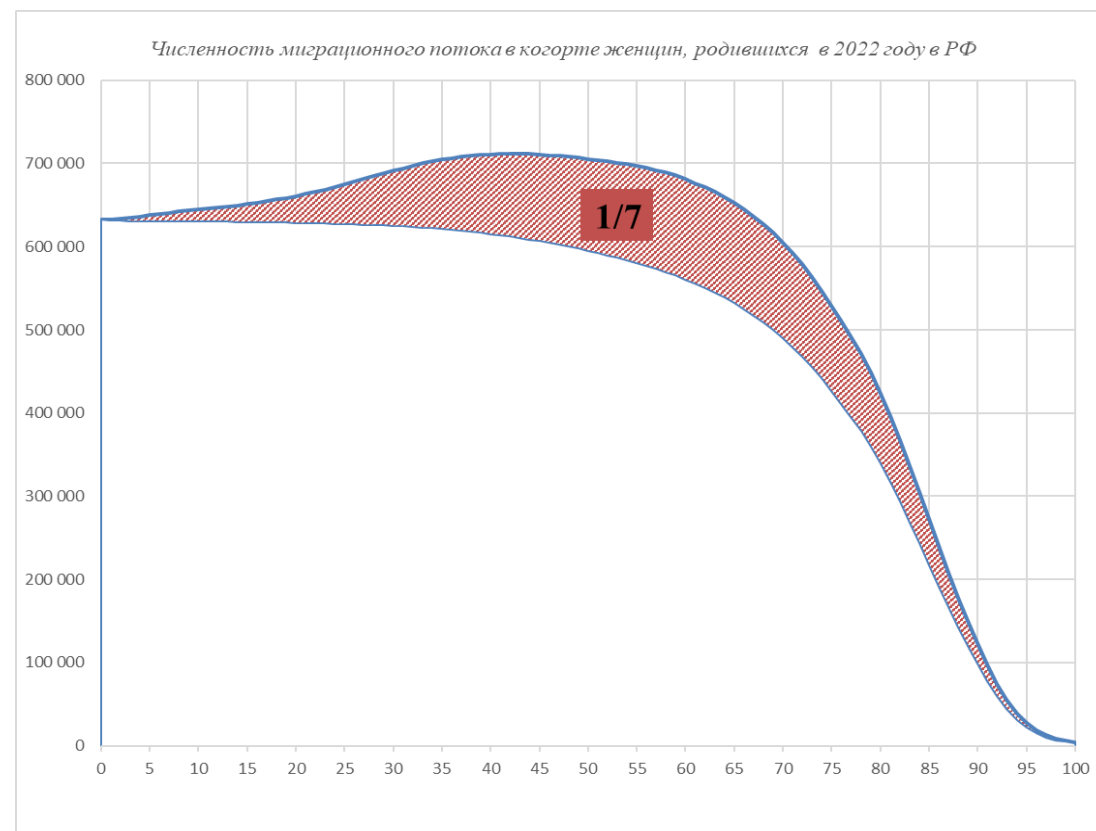
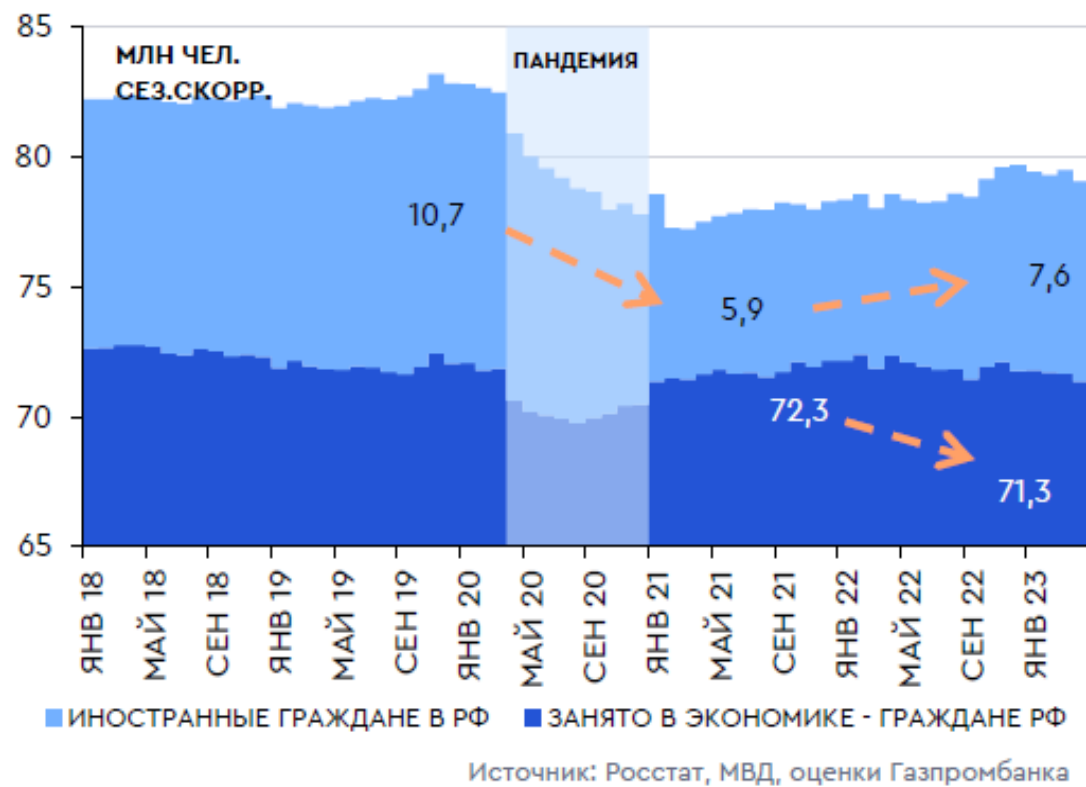


- ж/ 0/ 2020
- ж/ 10/ 2020
- ж/ 20/ 2020
- ж/ 30/ 2020
- ж/ 40/ 2020
- ж/ 50/ 2020
- ж/ 60/ 2020
- ж/ 70/ 2020
- ж/ 80/ 2020
- ж/ 0/ 2120
- ж/ 10/ 2120
- ж/ 20/ 2120
- ж/ 30/ 2120
- ж/ 40/ 2120
- ж/ 50/ 2120
- ж/ 60/ 2120
- ж/ 70/ 2120
- ж/ 80/ 2120

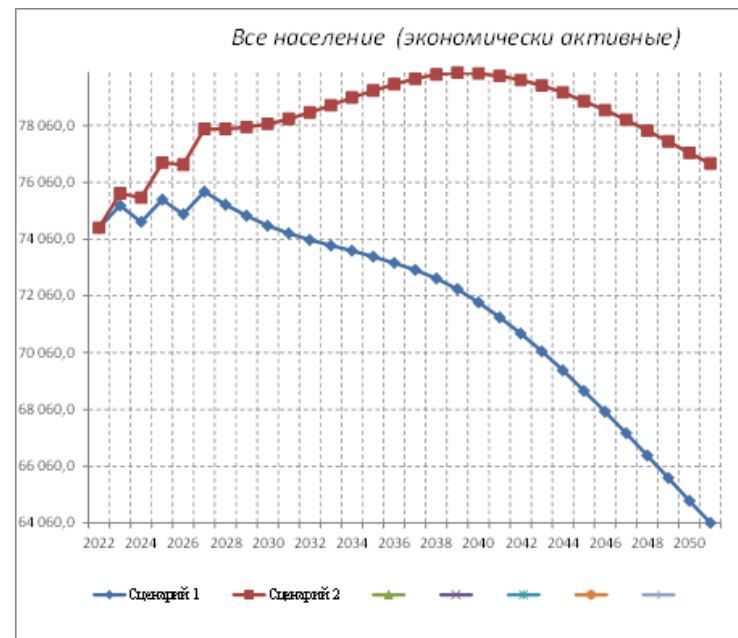
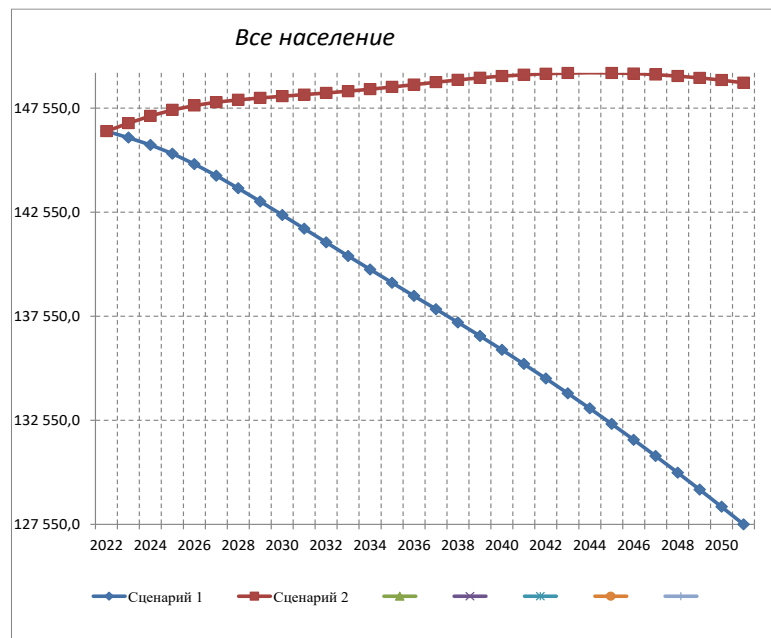


	ежегодное изменение смертности (м/ж)	СКР	ежегодное изменение нетто-миграции (м/ж) (%)
Сценарий 1	0/0	Уровень рождаемости (базовый)	Уровень миграции (базовый)
Сценарий 2	0/0	Уровень рождаемости (высокий)	Уровень миграции (базовый)
Сценарий 3	0/0	Уровень рождаемости (высокий)	Уровень миграции (высокий)
Сценарий 4	-2/-1	Уровень рождаемости (высокий)	Уровень миграции (высокий)

Нетто-миграция и этногенез



Для сохранения численности экономически активного населения оценочно требуется нетто-миграционный приток на уровне 1 млн. чел в год, что видится недостижимым. Увеличение потока нетто-миграции может привести к изменению этногенеза и к усилению этнических проблем. Следовательно, необходимо проанализировать риски, связанные с миграционными процессами и оценить границы миграционного потока, при котором не произойдет существенного изменения (размывания) этноса.



Выводы

- Увеличение объема данных
 - Проведение контрольных процедур заметно упрощается при хранении исходных данных в формате базы данных, а не в плоской таблице в формате txt, xls и т.д.
 - Хранение и систематизации данных также удобнее электронной библиотеке, что приводит к сокращению времени на поиск и выгрузку данных
- Критическое обновление ПО

Демография и финансы

Многодекрементные модели

Модель трехдекретирования

q - вероятность умереть
 z - вероятность расторгнуть
 d - вероятность выйти из ценса

Вероятность того, что договор будет действительным на сред. год равна:

$$(1-q)(1-z)(1-d) = 1 - q - z - d + qz + qd + zd - qzd$$

Вероятность умереть в среднем году равна:

$$q(1 - \frac{z}{2} - \frac{d}{2} + \frac{zd}{3})$$

Вероятность расторгнуть договор в среднем году равна:

$$z(1 - \frac{q}{2} - \frac{d}{2} + \frac{qd}{3})$$

Вероятность выхода из ценса в сред. году равна:

$$d(1 - \frac{q}{2} - \frac{z}{2} + \frac{qz}{3})$$

Поэф. поддразн. и у целого

$$(1-q)(1-z)(1-d) + q(1 - \frac{z}{2} - \frac{d}{2} + \frac{zd}{3}) +$$

$$z(1 - \frac{q}{2} - \frac{d}{2} + \frac{qd}{3}) + d(1 - \frac{q}{2} - \frac{z}{2} + \frac{qz}{3}) = 1$$

Вероятности равной 1 для каждой группы событий. Бауэрс Гл 10 "Модели выживания по нескольким причинам"

формулы 10.6.3 с 294

Сначала рассмотрим предположение о равномерности распределения моментов выживания (в каждом годичном возрастном интервале) в сопутствующих таблицах выживания по единственной причине. Мы ограничимся ситуацией с тремя причинами выживания, но метод и формулы легко распространить на случай $m > 3$. При указанном предположении

$${}_t p_x^{(j)} = 1 - tq_x^{(j)}, \quad j = 1, 2, 3, 0 \leq t \leq 1, \quad (10.6.1)$$

$${}_t p_x^{(j)} \mu_x^{(j)}(t) = \frac{d}{dt} (-{}_t p_x^{(j)}) = q_x^{(j)}. \quad (10.6.2)$$

Отсюда следует, что

$$\begin{aligned} q_x^{(1)} &= \int_0^1 {}_t p_x^{(r)} \mu_x^{(1)}(t) dt = \int_0^1 {}_t p_x^{(1)} \mu_x^{(1)}(t) {}_t p_x^{(2)} {}_t p_x^{(3)} dt \\ &= q_x^{(1)} \int_0^1 (1 - tq_x^{(2)})(1 - tq_x^{(3)}) dt \\ &= q_x^{(1)} \left[1 - \frac{1}{2}(q_x^{(2)} + q_x^{(3)}) + \frac{1}{3}q_x^{(2)}q_x^{(3)} \right]. \end{aligned} \quad (10.6.3)$$

Аналогичные формулы имеют место для $q_x^{(2)}$ и $q_x^{(3)}$, и можно проверить, что

$$\begin{aligned} q_x^{(1)} + q_x^{(2)} + q_x^{(3)} &= q_x^{(1)} + q_x^{(2)} + q_x^{(3)} \\ &\quad - (q_x^{(1)}q_x^{(2)} + q_x^{(1)}q_x^{(3)} + q_x^{(2)}q_x^{(3)}) + q_x^{(1)}q_x^{(2)}q_x^{(3)} \\ &= 1 - (1 - q_x^{(1)})(1 - q_x^{(2)})(1 - q_x^{(3)}) = q_x^{(r)}. \end{aligned} \quad (10.6.4)$$

Пример 10.6.2. Получим вероятности выживания для возрастов 65–69 лет из данных примера 10.6.1 в предположении равномерности распределения моментов выживания в каждом годичном возрастном интервале в каждой из сопутствующих таблиц выживания по единственной причине.

Решение. Это – применение формулы (10.6.3).

x	$q_x^{(1)}$	$q_x^{(2)}$	$q_x^{(3)}$	$q_x^{(1)}$	$q_x^{(2)}$	$q_x^{(3)}$
65	0,020	0,02	0,04	0,01941	0,01941	0,03921
66	0,025	0,02	0,06	0,02401	0,01916	0,05866
67	0,030	0,02	0,08	0,02852	0,01892	0,07802
68	0,035	0,02	0,10	0,03292	0,01867	0,09727
69	0,040	0,02	0,12	0,03723	0,01843	0,11643

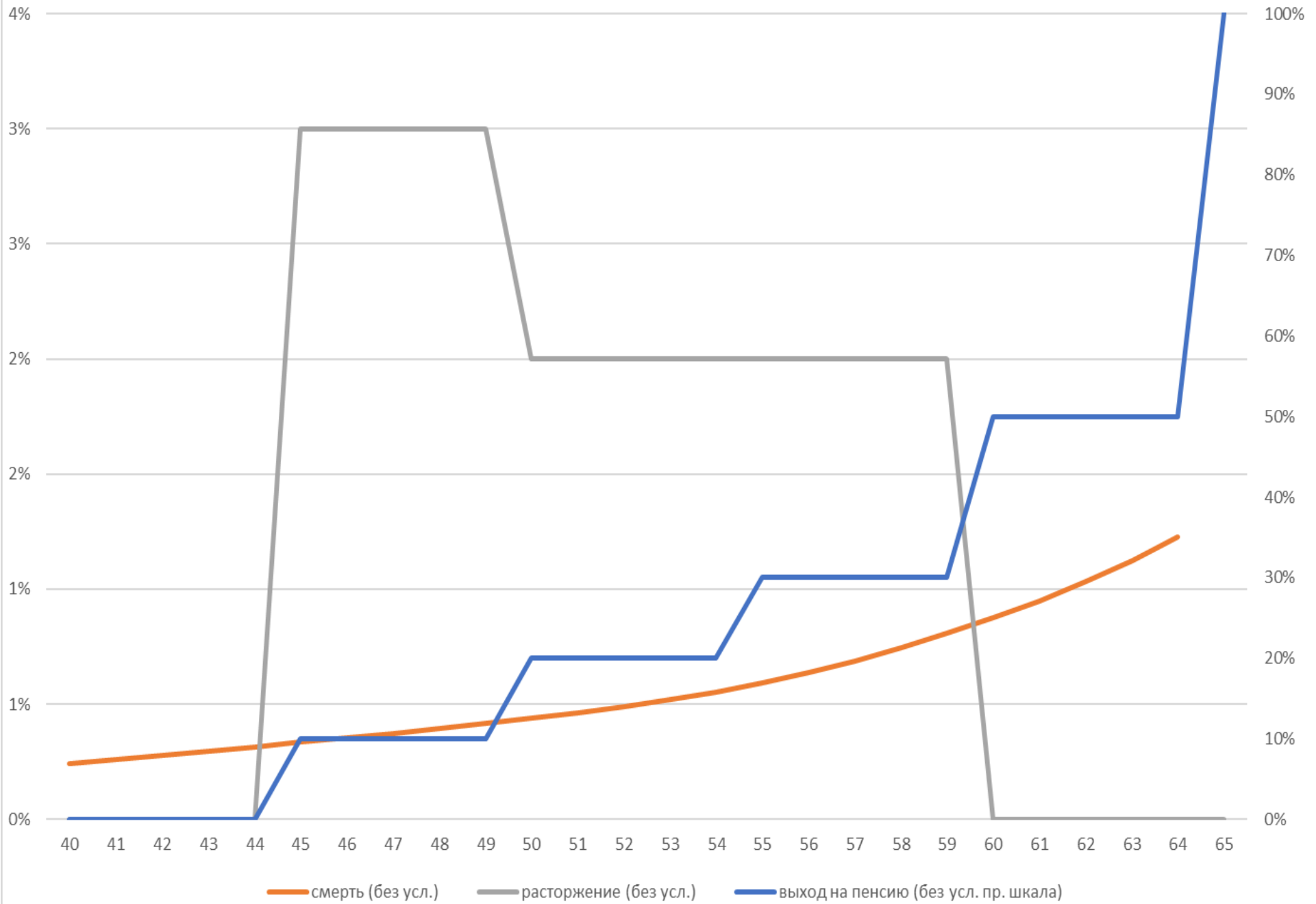
Эти вероятности близки к полученным с помощью формулы (10.5.9) вероятностям из примера 10.6.1. ▾

Мы завершим этот раздел другим примером, иллюстрирующим использование специального распределения для одной из причин выживания. Иногда в силу особенности моделируемой ситуации требуется рассматривать специальные распределения.

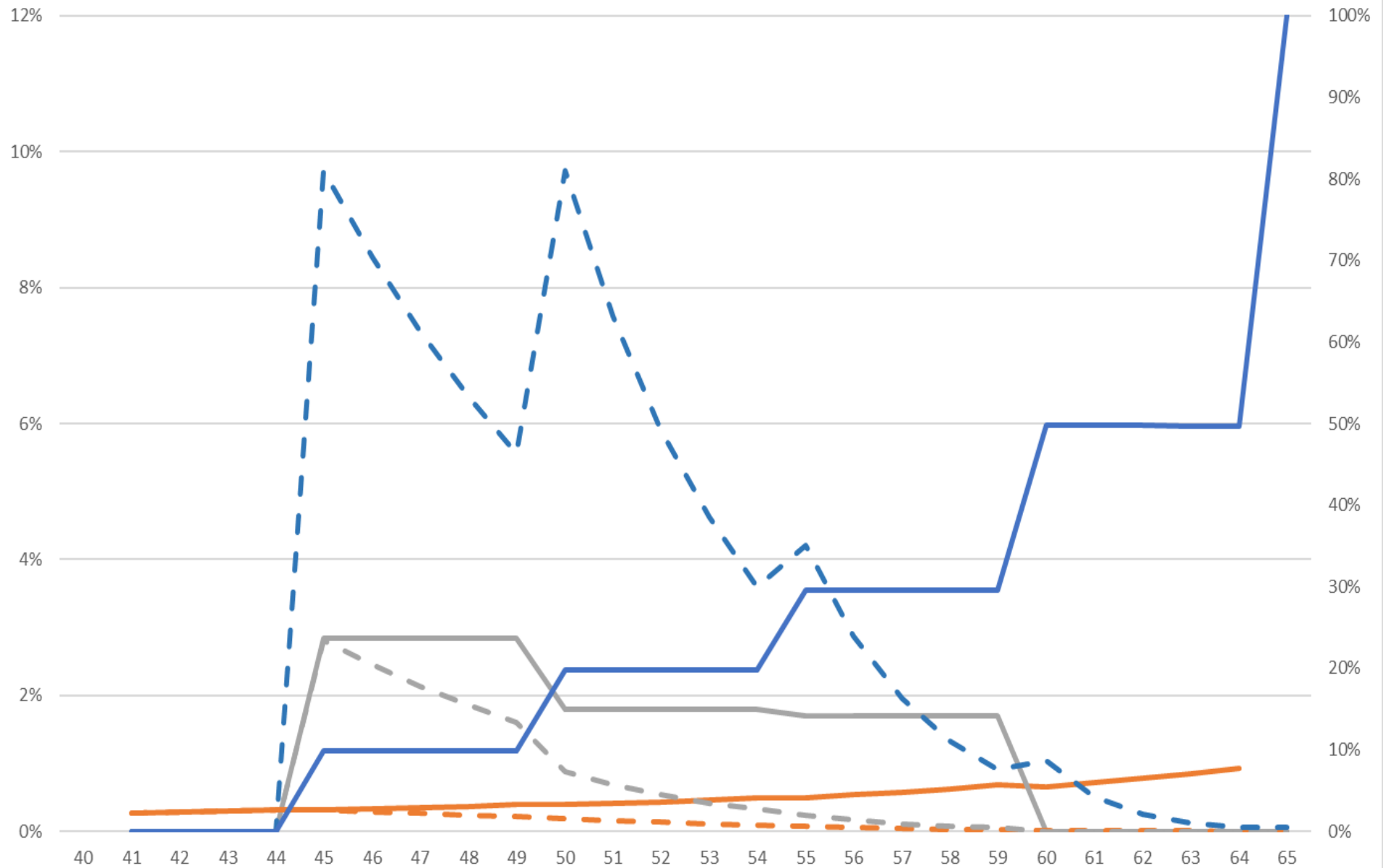
Пример 10.6.3. Рассмотрим ситуацию с тремя причинами выживания: смертью, потерей трудоспособности и увольнением. Предположим, что моменты смерти и потери трудоспособности в сопутствующих таблицах выживания по единственной причине с абсолютными коэффициентами $q_x^{(1)}$ и $q_x^{(2)}$ соответственно равномерно распределены в каждом годичном возрастном интервале. Далее предположим, что увольнение происходит лишь в конце года с абсолютным коэффициентом $q_x^{(3)}$.

возраст	актуарные предположения			безусловная вероятность с учетом декрементов			условная вероятность				
	вероятность смерти от возраста	вероятность выхода на пенсию от возраста	вероятность расторгнуть договор от возраста	смерть (без усл.)	расторжение (без усл.)	выход на пенсию (без усл. пр. шкала)	договор действует	смерть (усл.)	расторжение (усл.)	выход на пенсию (усл.)	check
41	0,0026	0,00	0,00	0,0026	0,000	0,000	0,997	0,0026	0,000	0,000	1,0
42	0,0028	0,00	0,00	0,0028	0,000	0,000	0,995	0,0028	0,000	0,000	1,0
43	0,0030	0,00	0,00	0,0030	0,000	0,000	0,992	0,0030	0,000	0,000	1,0
44	0,0032	0,00	0,00	0,0032	0,000	0,000	0,989	0,0031	0,000	0,000	1,0
45	0,0033	0,10	0,03	0,0031	0,028	0,098	0,860	0,0031	0,028	0,097	1,0
46	0,0035	0,10	0,03	0,0033	0,028	0,098	0,748	0,0028	0,024	0,085	1,0
47	0,0037	0,10	0,03	0,0035	0,028	0,098	0,651	0,0026	0,021	0,074	1,0
48	0,0039	0,10	0,03	0,0037	0,028	0,098	0,566	0,0024	0,019	0,064	1,0
49	0,0042	0,10	0,03	0,0039	0,028	0,098	0,492	0,0022	0,016	0,056	1,0
50	0,0044	0,20	0,02	0,0039	0,018	0,198	0,384	0,0019	0,009	0,097	1,0
51	0,0046	0,20	0,02	0,0041	0,018	0,198	0,300	0,0016	0,007	0,076	1,0
52	0,0049	0,20	0,02	0,0044	0,018	0,198	0,234	0,0013	0,005	0,059	1,0
53	0,0052	0,20	0,02	0,0046	0,018	0,197	0,182	0,0011	0,004	0,046	1,0
54	0,0055	0,20	0,02	0,0049	0,018	0,197	0,142	0,0009	0,003	0,036	1,0
55	0,0059	0,30	0,02	0,0050	0,017	0,296	0,097	0,0007	0,002	0,042	1,0
56	0,0064	0,30	0,02	0,0054	0,017	0,296	0,066	0,0005	0,002	0,029	1,0
57	0,0069	0,30	0,02	0,0058	0,017	0,296	0,045	0,0004	0,001	0,020	1,0
58	0,0074	0,30	0,02	0,0063	0,017	0,296	0,031	0,0003	0,001	0,013	1,0
59	0,0081	0,30	0,02	0,0068	0,017	0,296	0,021	0,0002	0,001	0,009	1,0
60	0,0087	0,50	0,00	0,0066	0,000	0,498	0,010	0,0001	0,000	0,010	1,0
61	0,0095	0,50	0,00	0,0071	0,000	0,498	0,005	0,0001	0,000	0,005	1,0
62	0,0103	0,50	0,00	0,0077	0,000	0,497	0,003	0,0000	0,000	0,003	1,0
63	0,0112	0,50	0,00	0,0084	0,000	0,497	0,001	0,0000	0,000	0,001	1,0
64	0,0123	0,50	0,00	0,0092	0,000	0,497	0,001	0,0000	0,00000	0,00062	1,00000
65	0,01343	1,00	0,00		0,000	0,993	0,000	0,0000	0,0000	0,0006	1,0000

Безусловная вероятность события в каждом возрасте



Вероятность события в каждом возрасте



— смерть (без усл.)

— расторжение (без усл.)

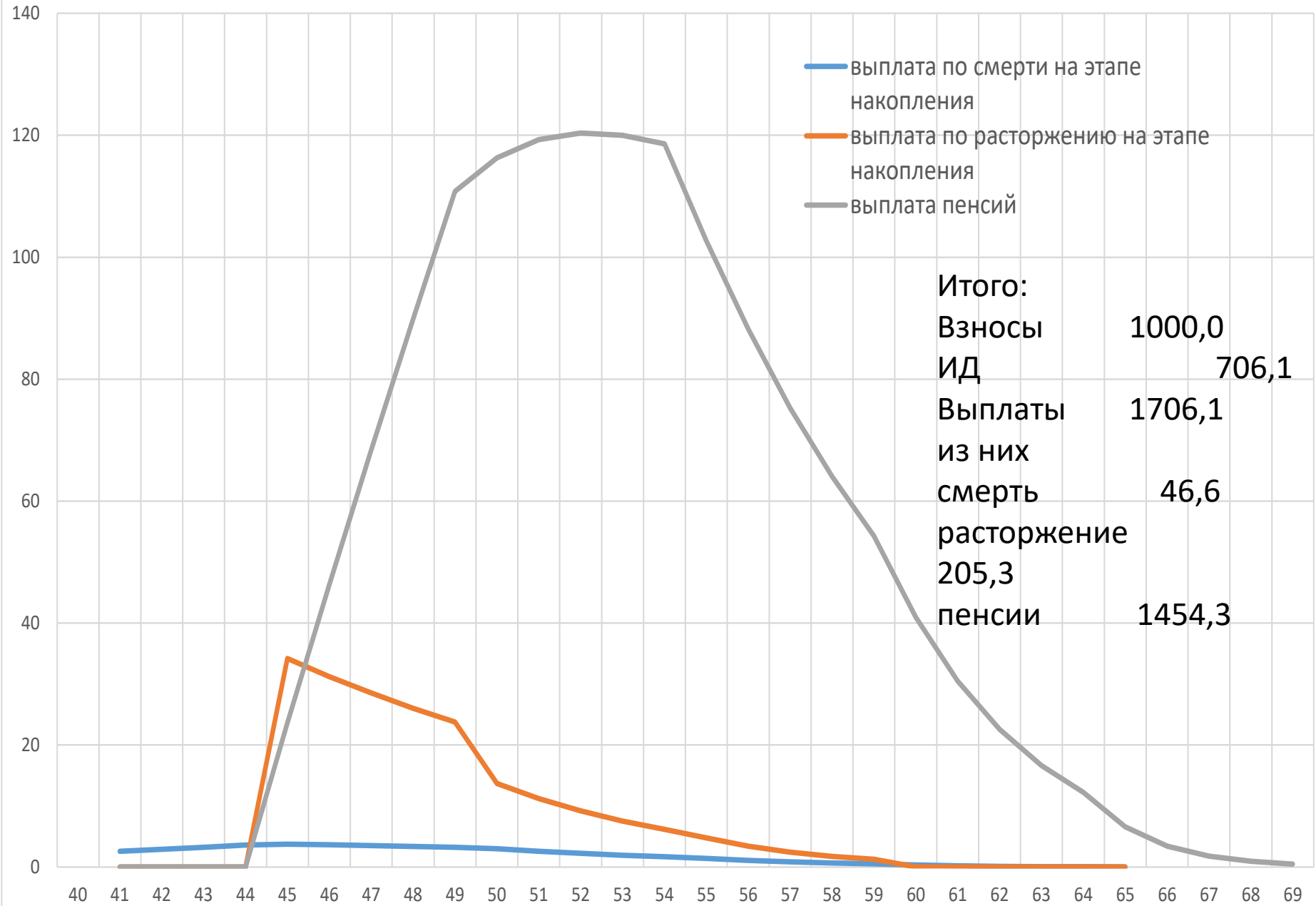
— смерть (усл.)

— расторжение (усл.)

— выход на пенсию (усл.)

— выход на пенсию (без усл. пр. шкала)

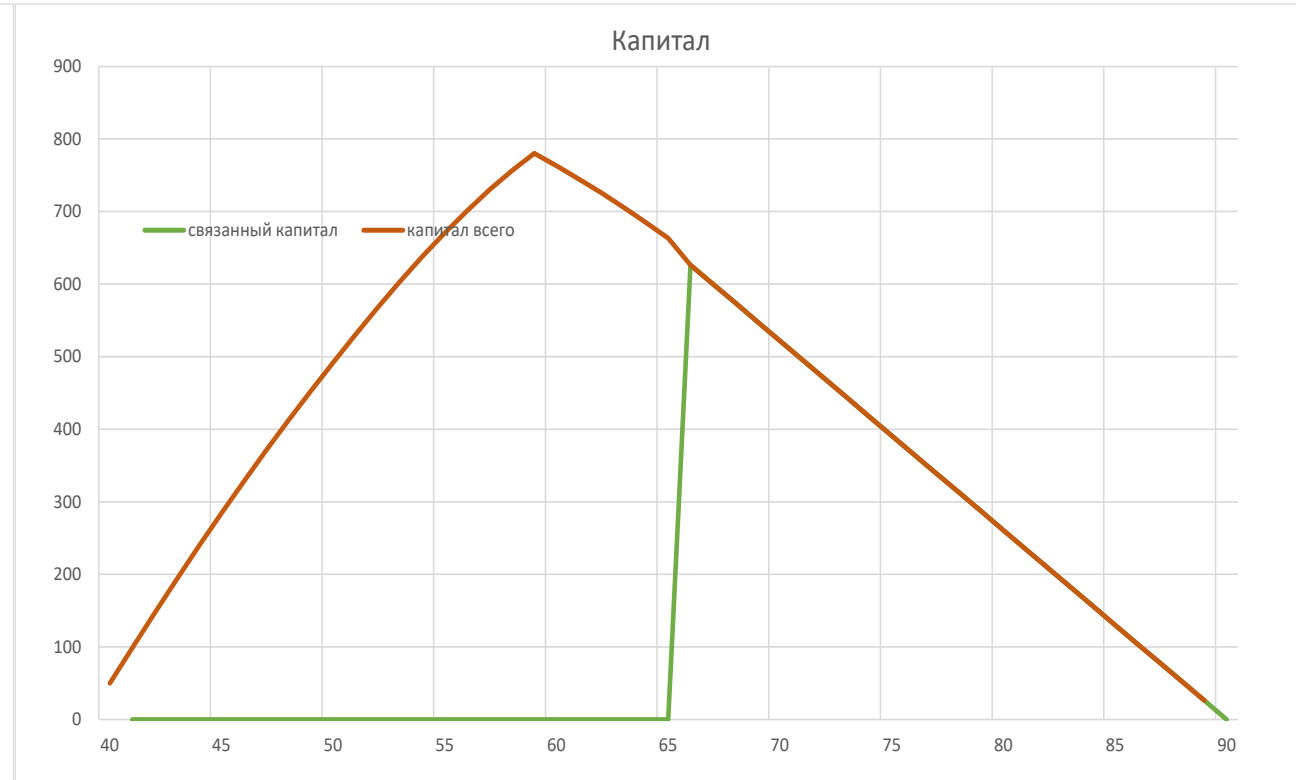
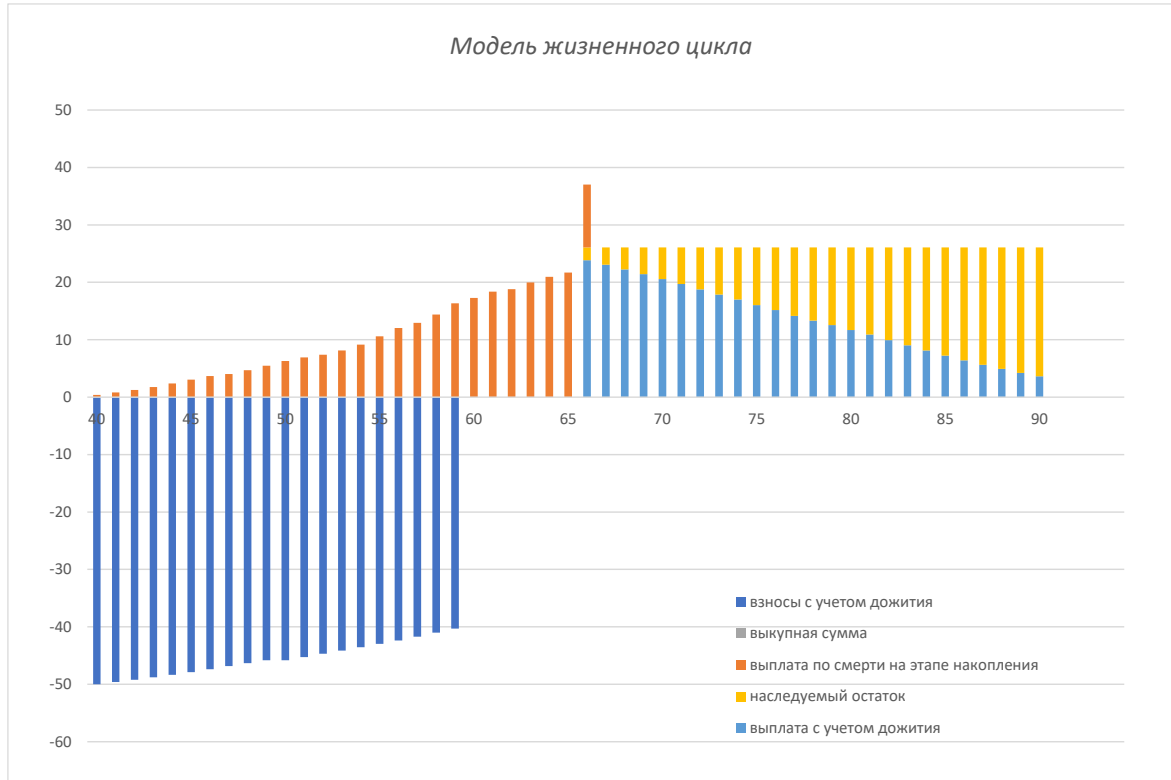
Денежные потоки



Итого:	
Взносы	1000,0
ИД	706,1
Выплаты	1706,1
из них	
смерть	46,6
расторжение	205,3
пенсии	1454,3

Модель жизненного цикла

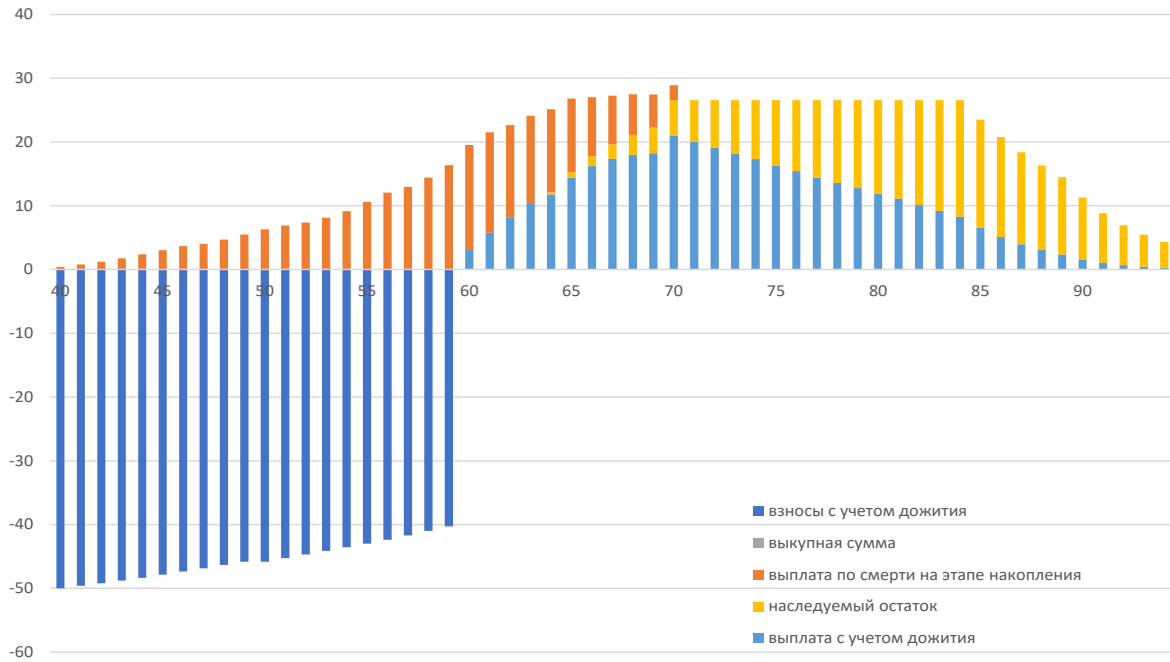
Модель жизненного цикла 1D



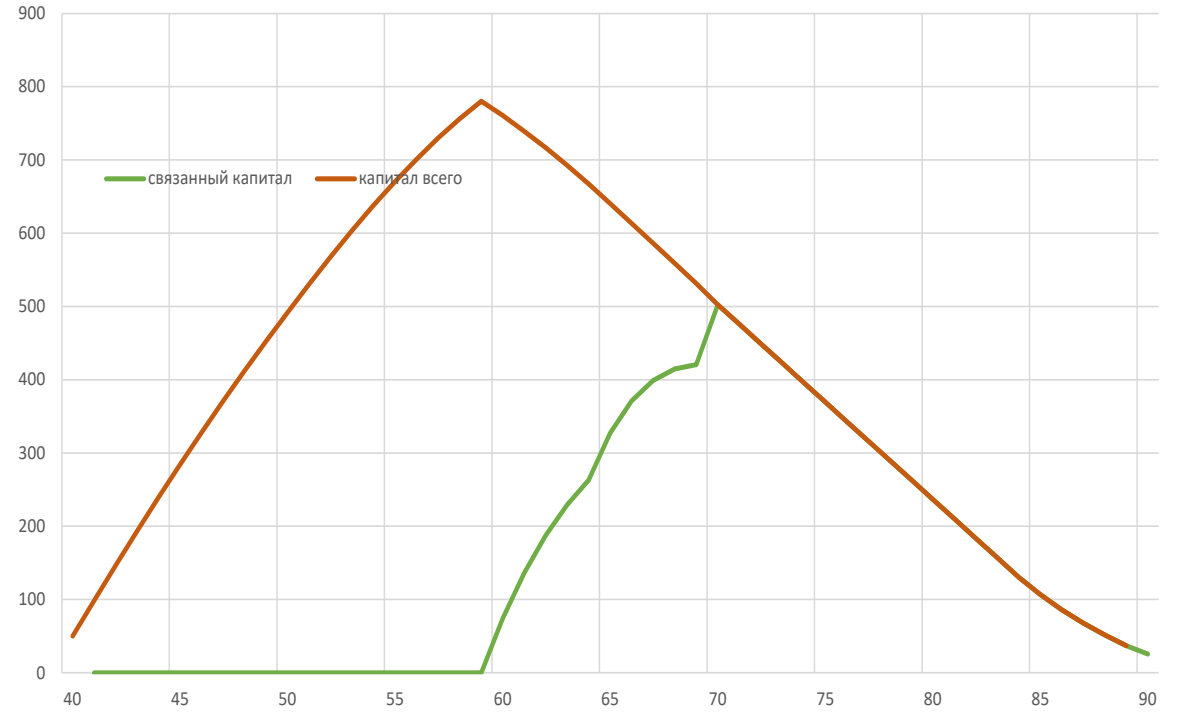
	сумма	доля от взносов
Взносы	912	
ИД	-	
Выплаты	912	
из них		
смерть	260	28%
выкупная сумма	-	0%
рента	652	72%
из них пенсии	337	37,0%
эффект	37,0%	

Модель жизненного цикла 2D

Модель жизненного цикла



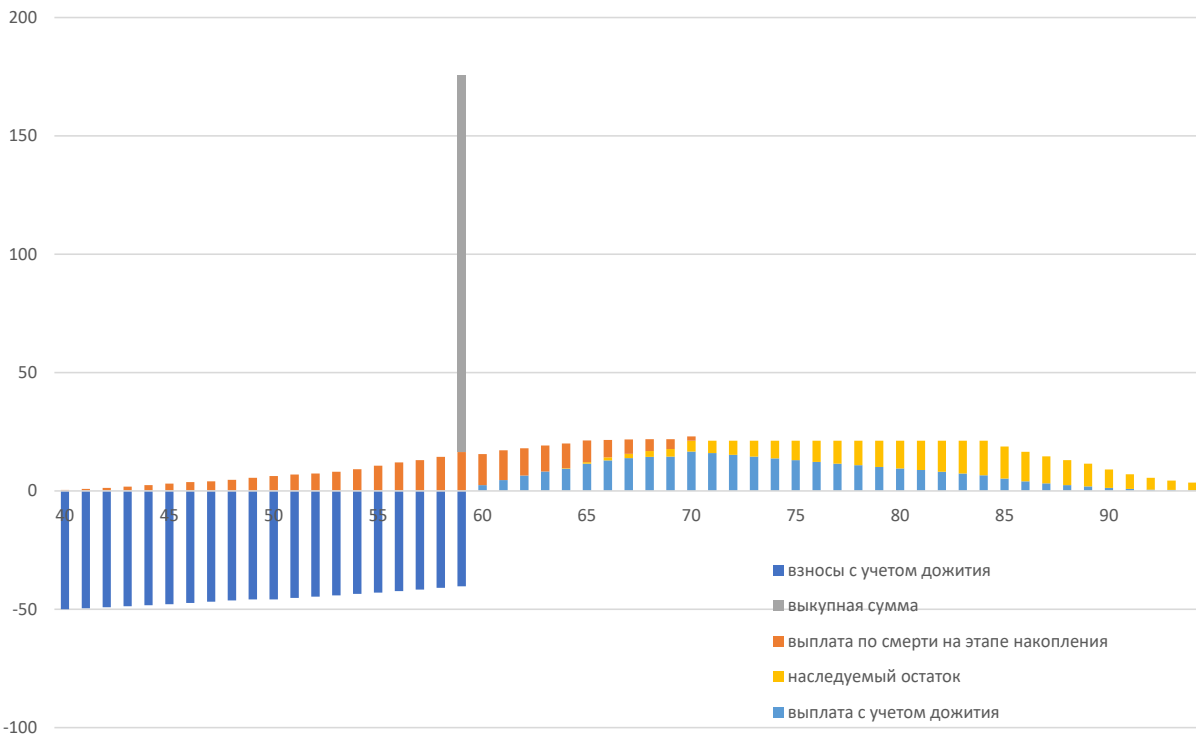
Капитал



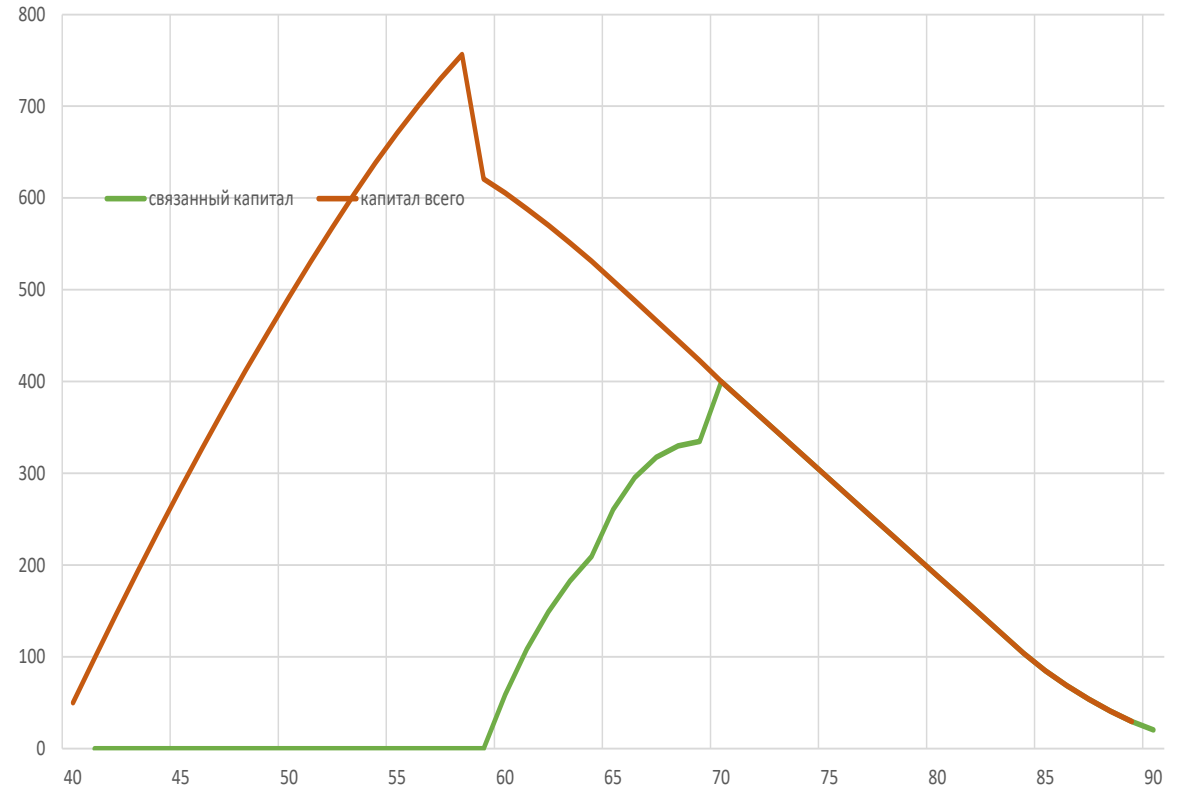
	сумма	доля от взносов
Взносы	912	
ИД	-	
Выплаты	912	
из них		
смерть	248	27%
выкупная сумма	-	0%
рента	664	73%
из них пенсии	367	40,3%
эффект	40,3%	

Модель жизненного цикла 3D

Модель жизненного цикла



Капитал



	сумма	доля от взносов
Взносы	912	
ИД	-	
Выплаты	912	
из них		
смерть	224	25%
выкупная сумма	159	17%
рента	529	58%
из них пенсии	292	32,0%
эффект	49,5%	

Экспоненциальный рост смертности

Модель:

Пусть $y(x)$ — доля накопленных повреждений в организме к возрасту x . Скорость накопления новых повреждений пропорциональна уже накопленным (как сложный процент):

$$\frac{dy}{dx} = b \cdot y$$

Решаем дифференциальное уравнение:

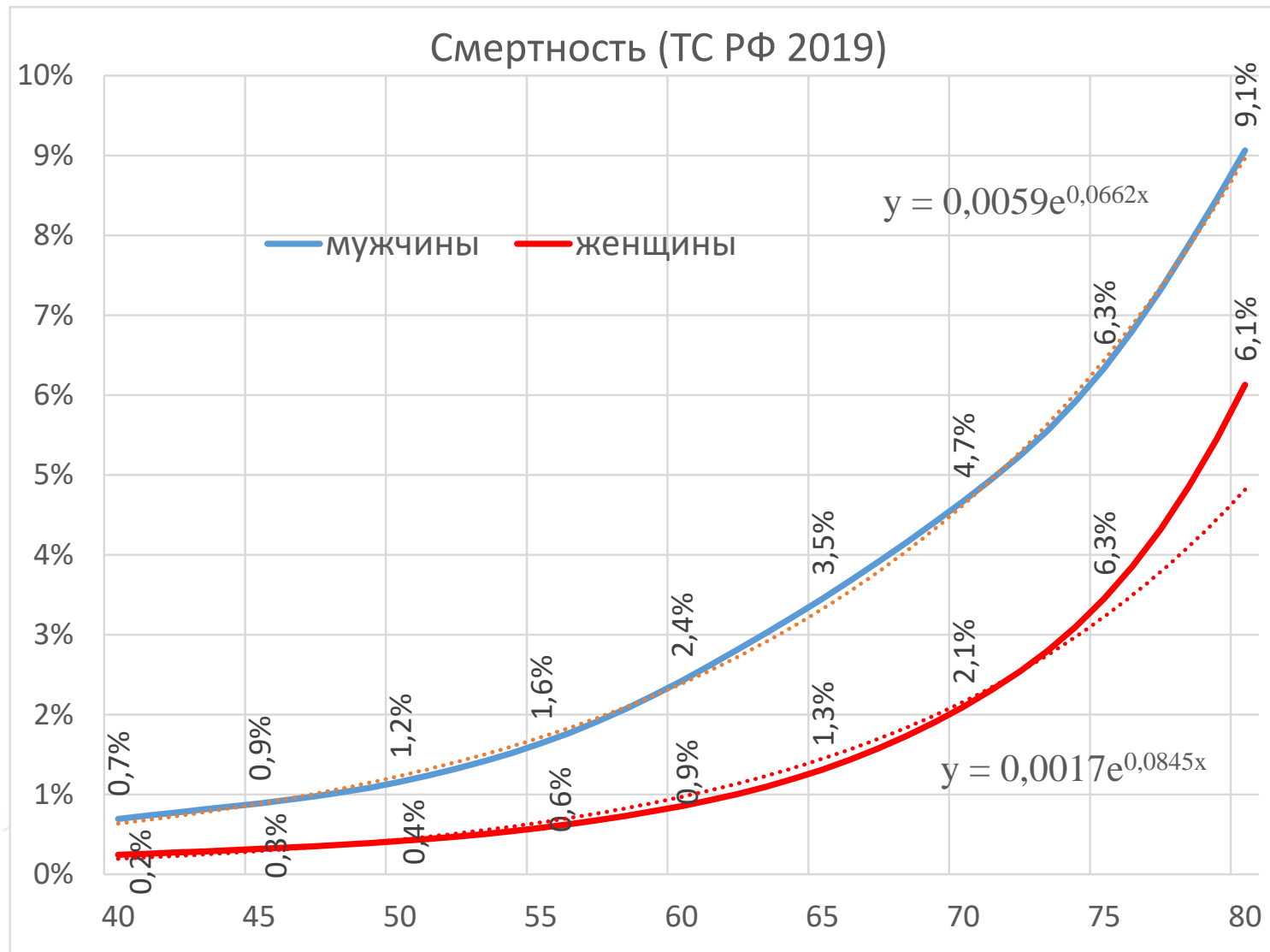
$$y(x) = y_0 \cdot e^{bx}$$

Здесь y_0 — начальный уровень повреждений (при рождении).

Интенсивность смертности $q(x)$ пропорциональна накопленным повреждениям (чем больше сломано, тем выше риск умереть):

$$q(x) = \alpha \cdot y(x) = \alpha \cdot y_0 \cdot e^{bx}$$

$$q(x) = A \cdot e^{bx}$$



Допустим, мы не знаем заранее формулу. Мы знаем только эмпирический факт: логарифм смертности растёт линейно.

Дано:

$$\ln(q(x)) = a + b \cdot x$$

где $q(x)$ — интенсивность смертности (hazard rate).

Требуется доказать: $q(x)$ растёт экспоненциально.

Доказательство:

Применим экспоненту к обеим частям:

$$q(x) = e^{a+bx} = e^a \cdot e^{bx}$$

Обозначим $e^a = \alpha$. Получаем:

$$q(x) = \alpha \cdot e^{bx}$$

Это и есть строгое определение экспоненциального роста. Всё остальное — следствие. Весь фокус в том, что эмпирически мы наблюдаем именно линейный рост логарифма, а не линейный рост самой смертности.

Пусть:

- В возрасте x в организме есть $N(x)$ критических систем, каждая из которых может убить при отказе.
- Интенсивность отказа одной системы растёт линейно: $h(x) = c \cdot x$.
- Общая смертность — сумма интенсивностей всех систем:

$$q(x) = N(x) \cdot c \cdot x$$

Главное предположение (подтверждено биологией): Число систем, способных убить, растёт экспоненциально с возрастом.

Почему? Потому что с возрастом снижается порог «критичности»:

- В 20 лет смертельна только полная остановка сердца.
- В 60 лет смертельна уже аритмия (это новая «система»).
- В 80 лет смертельна даже легкая пневмония.
- В 90 лет смертелен грипп.

Каждый год в список «смертельных болезней» добавляется всё больше и больше пунктов.

Пусть:

$$N(x) = N_0 \cdot e^{kx}$$

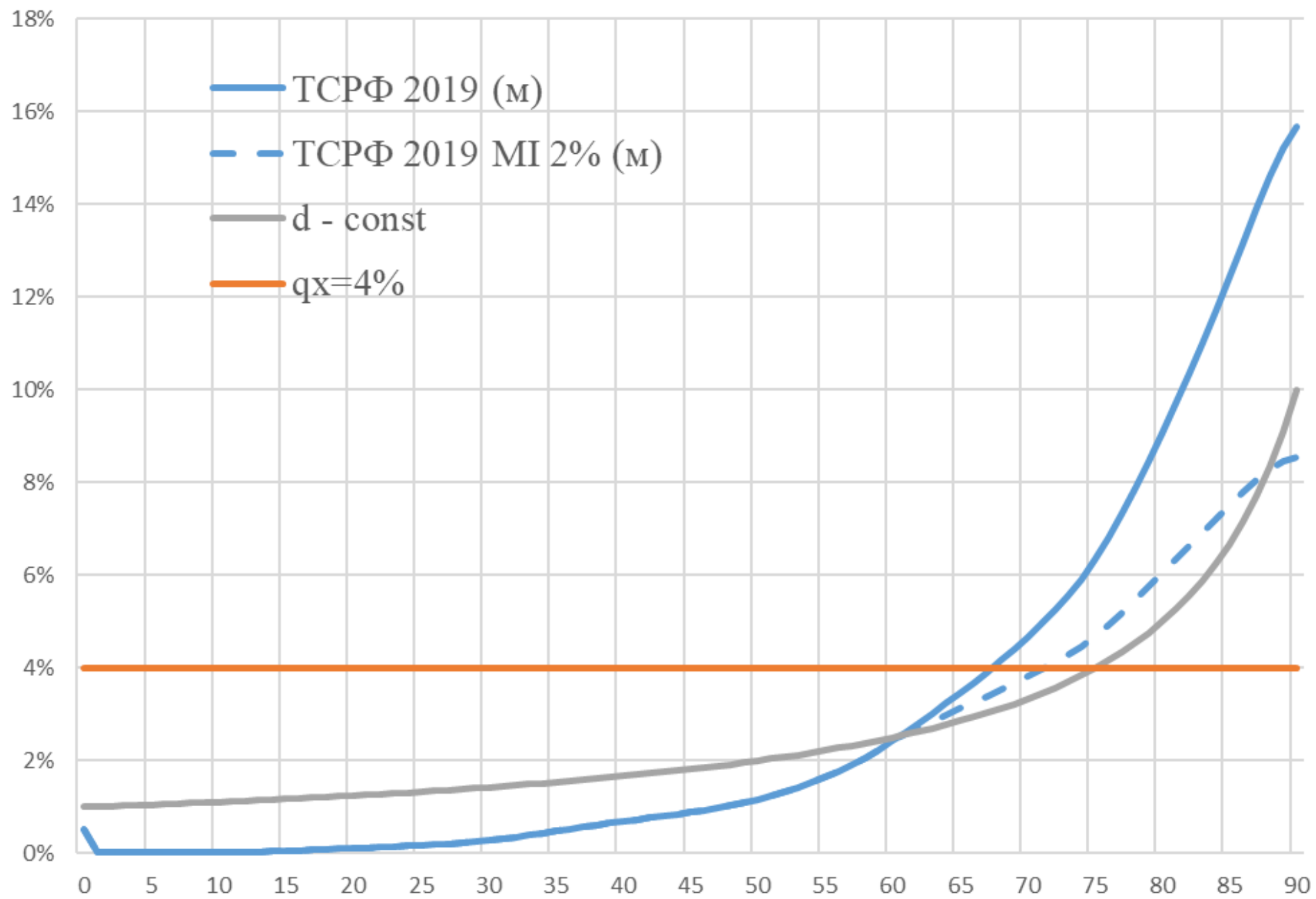
Тогда:

$$q(x) = N_0 e^{kx} \cdot c \cdot x$$

Для больших x (старше 30 лет) экспонента e^{kx} растёт намного быстрее, чем линейный множитель x . Поэтому:

$$q(x) \approx \text{const} \cdot e^{kx}$$

Вероятность смерти (q_x)



Первыми из этих математических моделей начали появляться модели данных смертности. Ещё задолго до понимания и даже исследования процессов, которые лежат в основе старения, возник практический интерес к прогнозу будущей продолжительности жизни для использования в страховании и демографии. Именно для расчёта страховых премий ещё в XIX веке были разработаны первые таблицы смертности и сформулированы известные модели Гомпертца и Гомпертца-Мейкхама. Введя простую двухпараметрическую модель смертности, Гомпертц дал исследователям возможность не только рассчитывать будущие шансы долголетия, но и исследовать изменения двух фундаментальных параметров: начальной смертности и темпа старения.

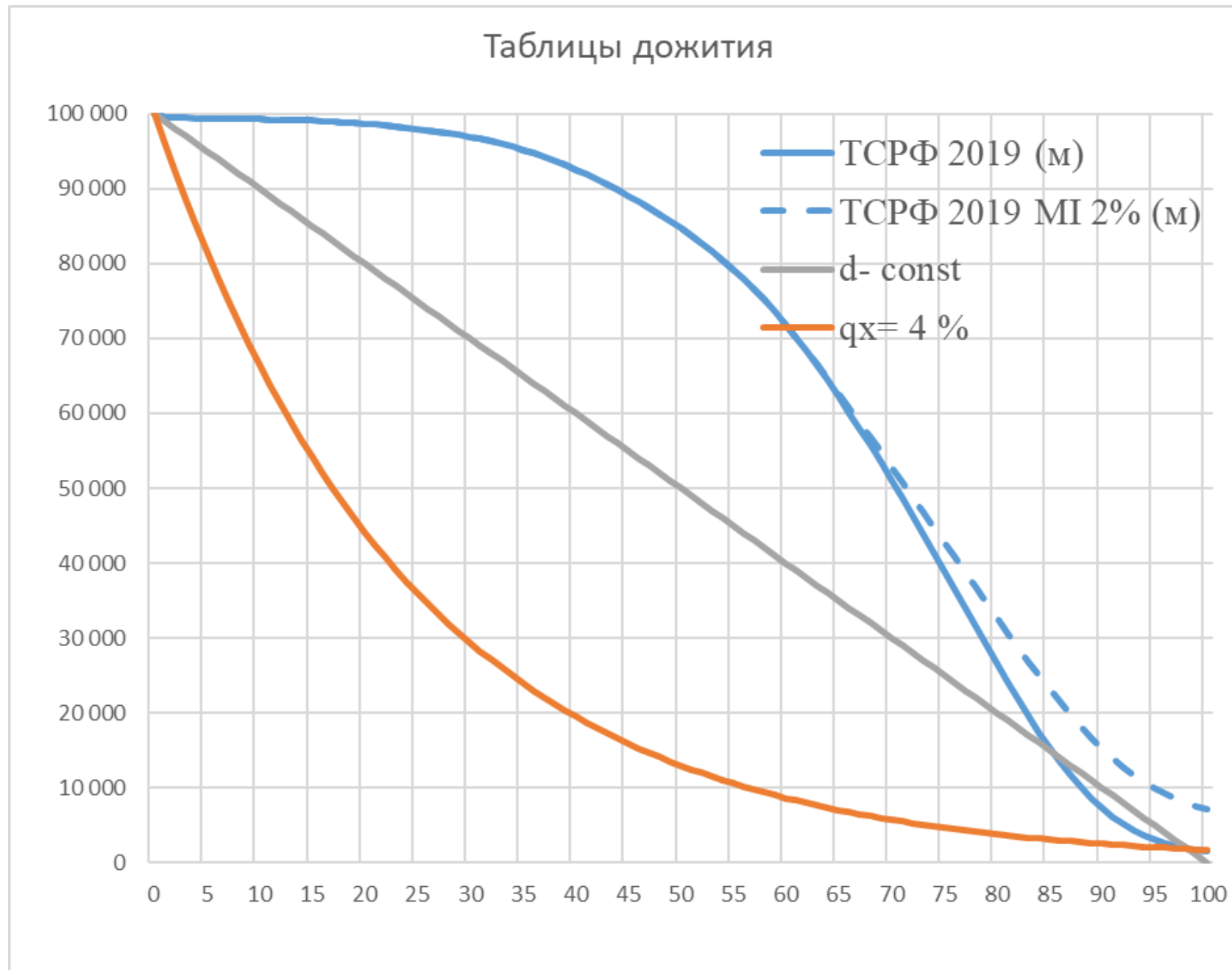
$$q_x = a e^{\mu x} ; x=0 q(0) = a$$

$$\frac{dl_x}{e_x} = -a e^{\mu x} dx ; \ln l_x \Big|_{l_0}^l = -\frac{a}{\mu} e^{\mu x} \Big|_{x_0}^x =$$

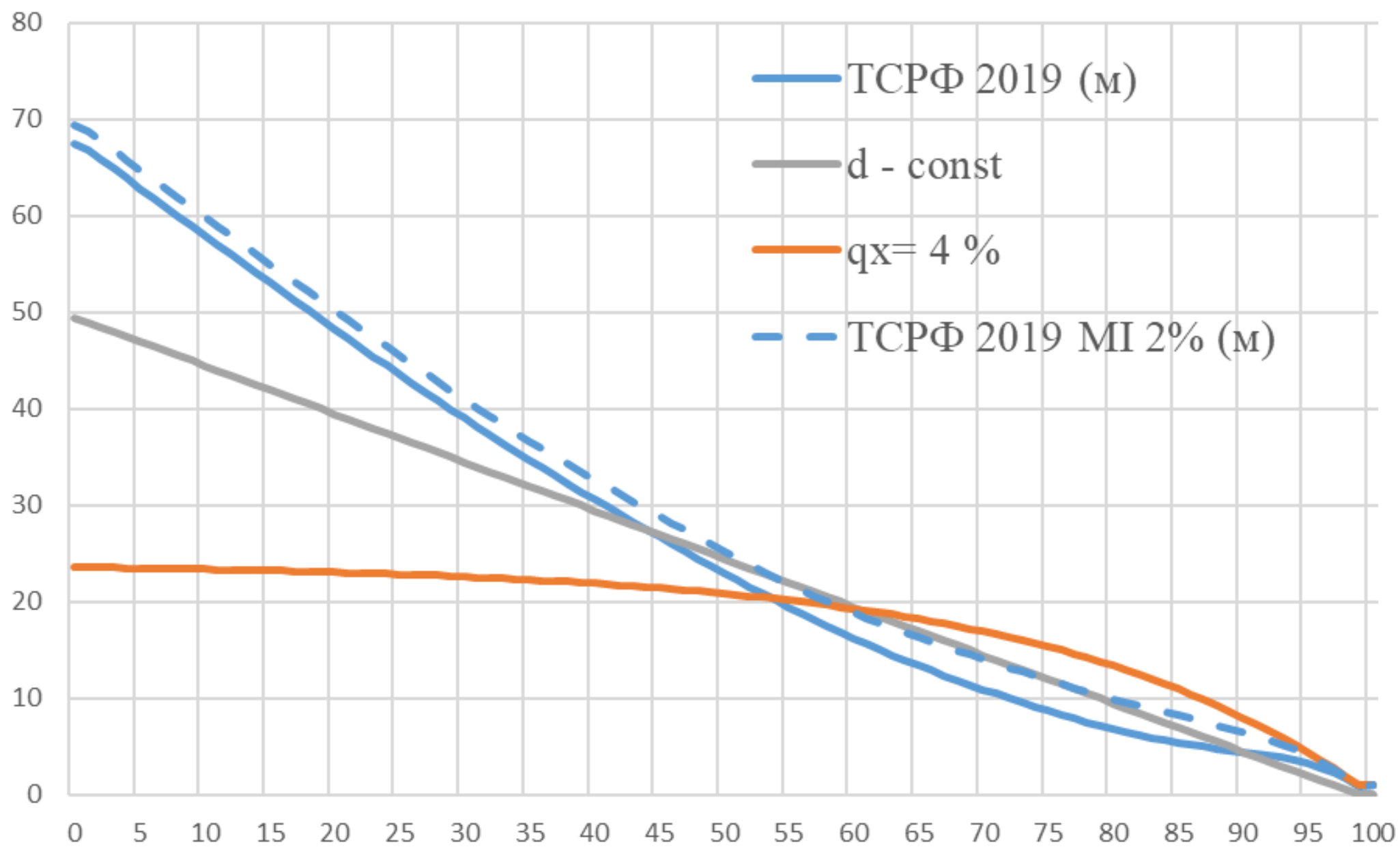
$$\Rightarrow \ln l - \ln l_0 = -\left[\frac{a}{\mu} e^{\mu x} - \frac{a}{\mu} e^{\mu x_0} \right]$$

$$\ln \frac{l}{l_0} = \frac{a}{\mu} [1 - e^{\mu x}] ;$$

$$l = l_0 \exp\left(\frac{a}{\mu} [1 - \exp(\mu x)]\right)$$



Ожидаемая продолжительность жизни (ex)



В конце XX века начало возникать много новых демографических моделей смертности. Получение значительного количества новых данных, часто для гетерогенных популяций, привели к новым методам анализа таблиц смертности. Эти модели, часто с использованием методов анализа стохастических процессов, позволили выделить отдельные компоненты смертности и описание влияния заболеваний и факторов окружающей среды на долголетие.

Из-за того, что уже давно было известно о линейности снижения функциональных возможностей организма, возникла необходимость увязки этой динамики с экспоненциальным возрастанием с возрастом относительной смертности. **Одним из первых объяснений этого явления стала модель Стрелера-Милдвана.** Эта модель предполагает флуктуации системы, вероятность которых экспоненциально падает с размером. Для их преодоления организм должен затрачивать энергию, но максимальные затраты линейно снижаются с возрастом. В результате вероятность смерти, то есть невозможность преодолеть флуктуацию, экспоненциально возрастает. Похожей моделью является модель Сечера-Трукко, которая предлагает гауссовское распределение внешнего влияния, и с некоторыми условиями также приводит к экспоненциальной зависимости смертности от возраста. Альтернативным подходом к пояснению этой зависимости является использование теории надёжности, которая поясняет экспоненциальную зависимость через значительную чрезмерность биологических систем.

Модель Стрелера-Милдвана (Strehler-Mildvan, 1960) — это классическая теория, которая объединяет биологию, физику и демографию, чтобы дать строгое биологическое объяснение известному вам закону Гомпертца (экспоненциальному росту смертности).

В отличие от чисто статистического закона Гомпертца, эта модель предлагает механизм, почему смертность растет именно так. Вот ее ключевые идеи:

Понятие «Жизненной силы» (Vitality)

Центральное понятие модели — это жизненная сила (vitality) организма. Стрелер и Милдван определили её как «способность отдельного организма оставаться в живых». Простыми словами, это некий внутренний запас прочности, энергии или устойчивости, который есть у каждого человека. Согласно модели, этот запас с возрастом линейно убывает:

$$V_t = V_0 (1 - B \cdot t)$$

где V_t — жизненная сила в возрасте (t),

V_0 — начальная жизненная сила (при рождении), а

B — коэффициент, показывающий, какую долю от изначальной силы организм теряет каждый год.

Смерть как результат превышения порога

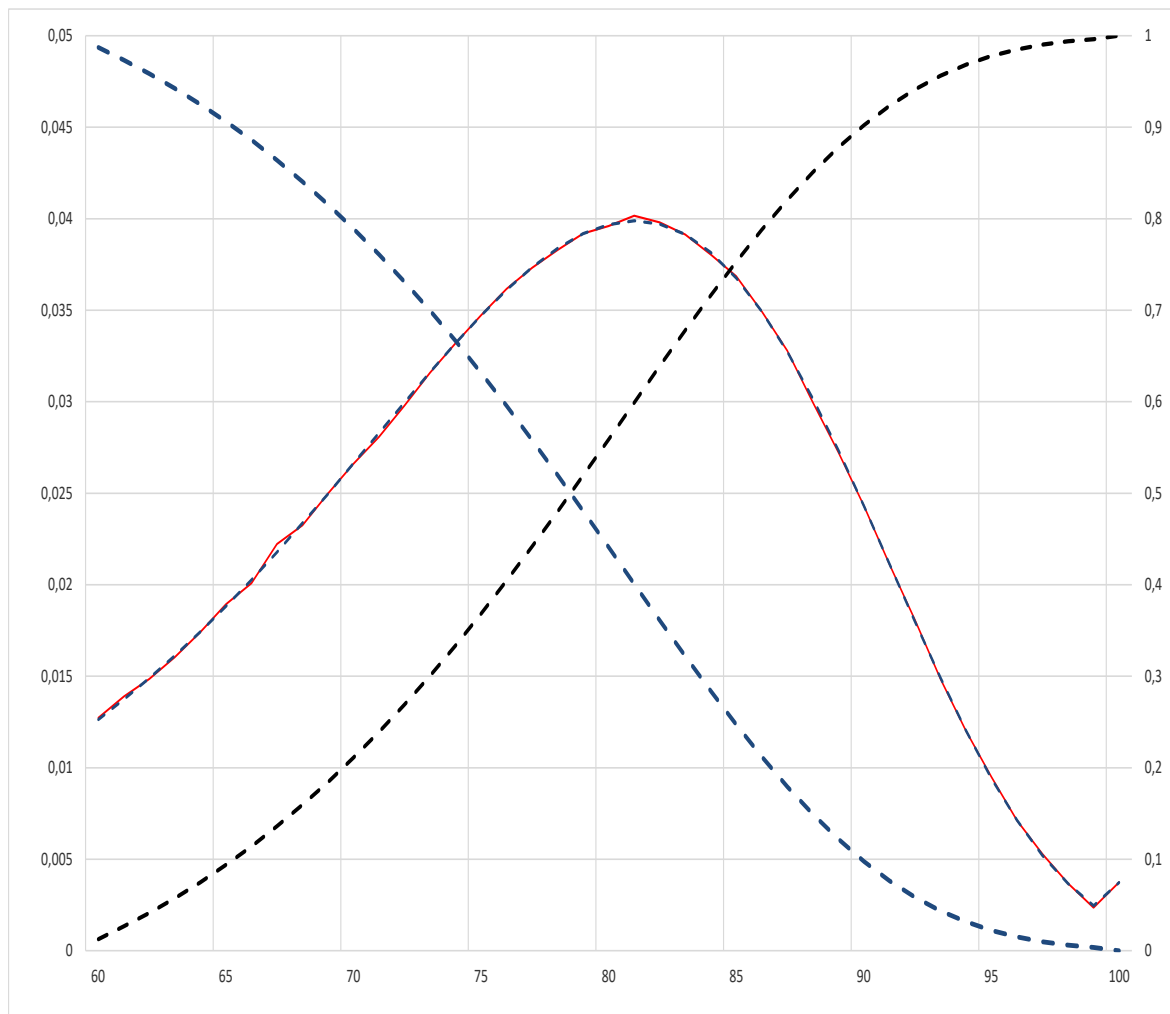
Внешняя среда постоянно создает для организма «испытания» (стрессы, болезни, травмы), которые можно представить как требования к расходу энергии. Человек умирает не просто от старости, а в тот момент, когда требования внешнего испытания превышают его текущую жизненную силу. Модель описывает частоту этих испытаний и их типичную «энергоемкость», показывая, что в молодости запас прочности велик, а с возрастом, по мере его истощения, даже небольшое испытание может стать фатальным.

Объяснение закона Гомпертца: Почему смертность растет экспоненциально?

Это главный результат модели. Сочетание линейного снижения жизненной силы и статистического распределения внешних испытаний (например, пуассоновский поток) математически приводит к экспоненциальному росту смертности. Таким образом, модель теоретически обосновывает закон Гомпертца, выводя его из более фундаментальных биологических предпосылок.

Корреляция Стрелера-Милдвана (SM correlation)

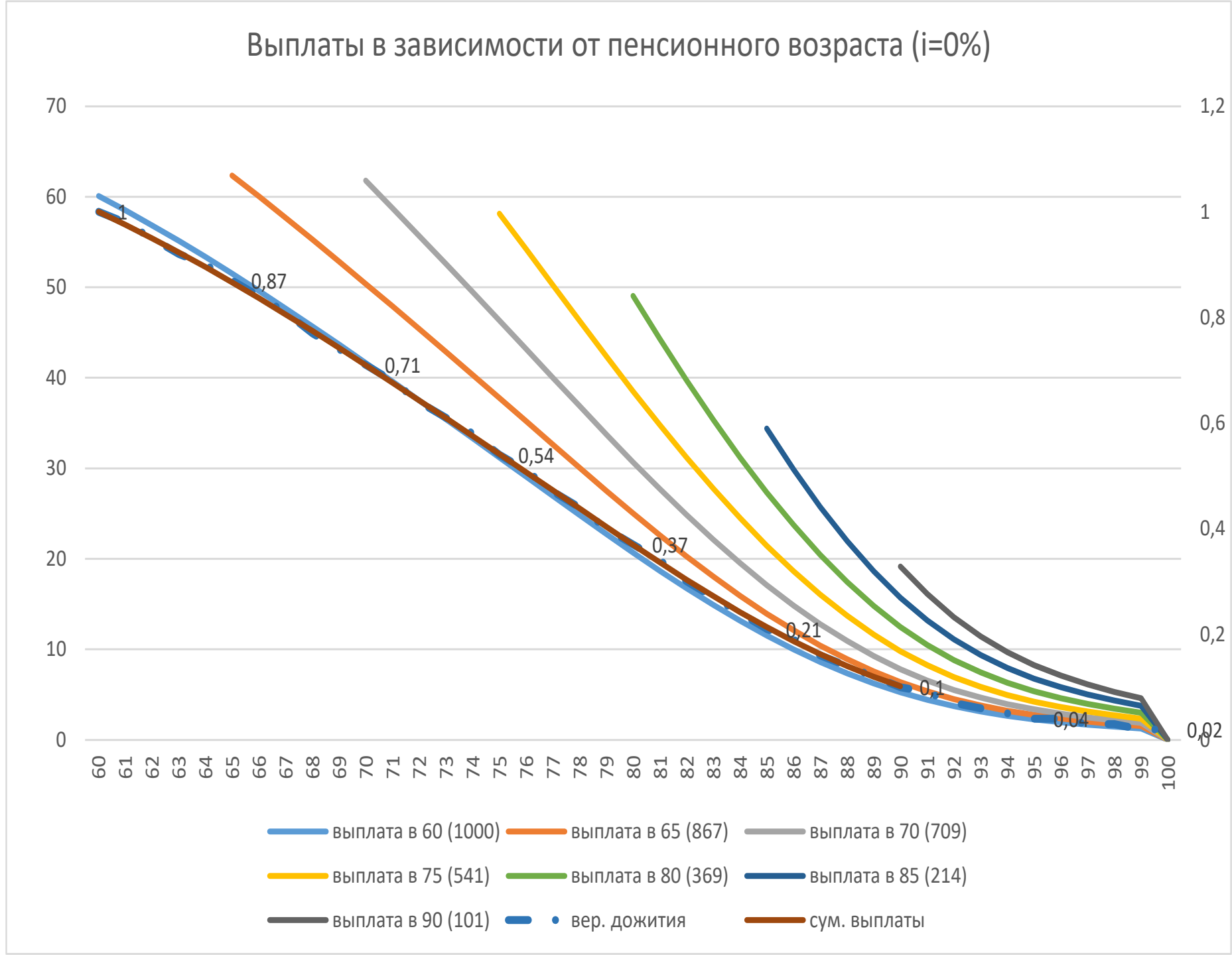
Из модели вытекает важное предсказание, которое можно проверить на реальных данных: между двумя параметрами кривой Гомпертца ($q_x = R_0 \cdot \exp(\alpha \cdot t)$) — начальным уровнем смертности $\ln(R_0)$ и скоростью ее роста α — существует отрицательная корреляция. Это означает, что в популяциях с более низкой смертностью в молодом возрасте скорость старения, как правило, выше.



Важный нюанс: исходная модель предполагала однородную популяцию, но последующие исследования (и сама жизнь) показали, что люди сильно различаются по своей «жизненной силе» с самого рождения. Это различие, или гетерогенность, вносит поправки в идеальную кривую смертности, особенно объясняя эффект «плато» смертности в очень старших возрастах, где в живых остаются самые сильные и устойчивые индивиды.

Модель Стрелера-Милдвана — это пример того, как биологическая идея (линейное падение «жизненной силы») при столкновении со случайными, но статистически предсказуемыми внешними угрозами порождает строгую математическую закономерность (экспоненциальный рост смертности Гомпертца). Она связывает процессы старения с закономерностями демографии.

Представим, что реальный рост капитала равен нулю. Тогда при расчете начального размера выплат (ежегодной ренты) в возрасте выхода на пенсию, сумма капитала делится на ожидаемую продолжительность жизни (ex). В случае увеличения возраста выхода на пенсию величина ex сокращается, что приводит к увеличению ежегодного размера выплат. С другой стороны, при увеличении возраста выхода на пенсию, размер отложенной выплаты нужно умножить на вероятность дожития. В результате отложенный размер выплат сильно не изменяется, а сумма выплат (NPV) сокращается.



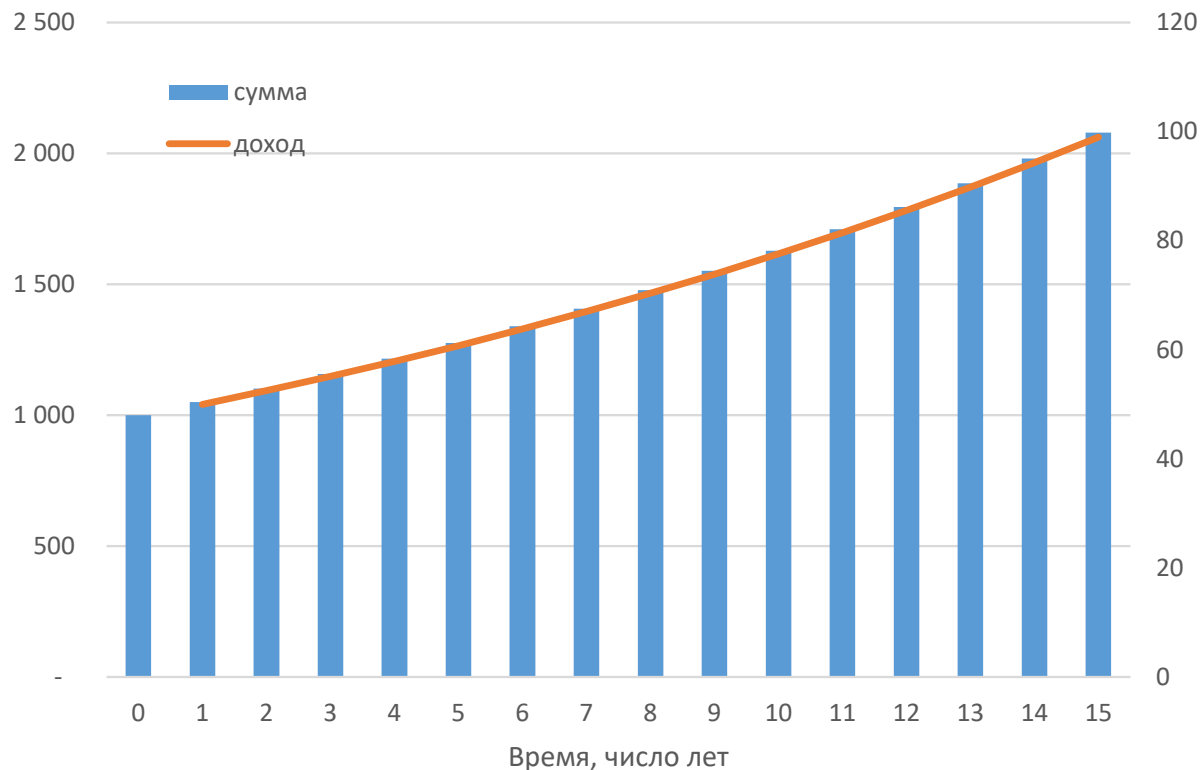
**«Нравственные письма к Луцилию»
Луций Анней Сенека (4 BC-65 AD)**

Деньги никого не сделали богатым, – наоборот, каждого они делают еще жаднее до денег. Ты спросишь, в чем тут причина? Кто имеет много, тому становится по силам иметь больше. Одним словом, можешь взять любого, чьи имена называют заодно с Крассом и Лицинием и вывести на середину; пусть принесет свое имущество и подсчитает, что имеет и на что надеется; он беден, если верить мне, а если поверить тебе, то может обеднеть. А тот, кто сообразуется с требованиями природы, не только не чувствует, но и не боится бедности. Впрочем, знай, что сократить свое добро до естественной меры крайне трудно: тот, кого мы называем близким к природе, кого ты именуешь бедняком, что-нибудь лишнее да имеет. Богатство ослепляет толпу и привлекает к себе взгляды, если из дому выносят много денег, если крыша у него щедро позолочена, если отборная прислуга бросается в глаза или красотой и ростом, или платьем. Но счастье таких богачей смотрит на улицу; а тот, кого мы избавили и от толпы, и от фортуны, счастлив изнутри. Ведь что до тех, у кого хлопотливая бедность ложно присвоила имя богатства, то они вроде больных лихорадкой, про которых говорят: «у него лихорадка», – а между тем как раз он у нее во власти. Но говорим мы и так: «его треплет лихорадка»; и тут нужно говорить так же: «его треплет богатство».

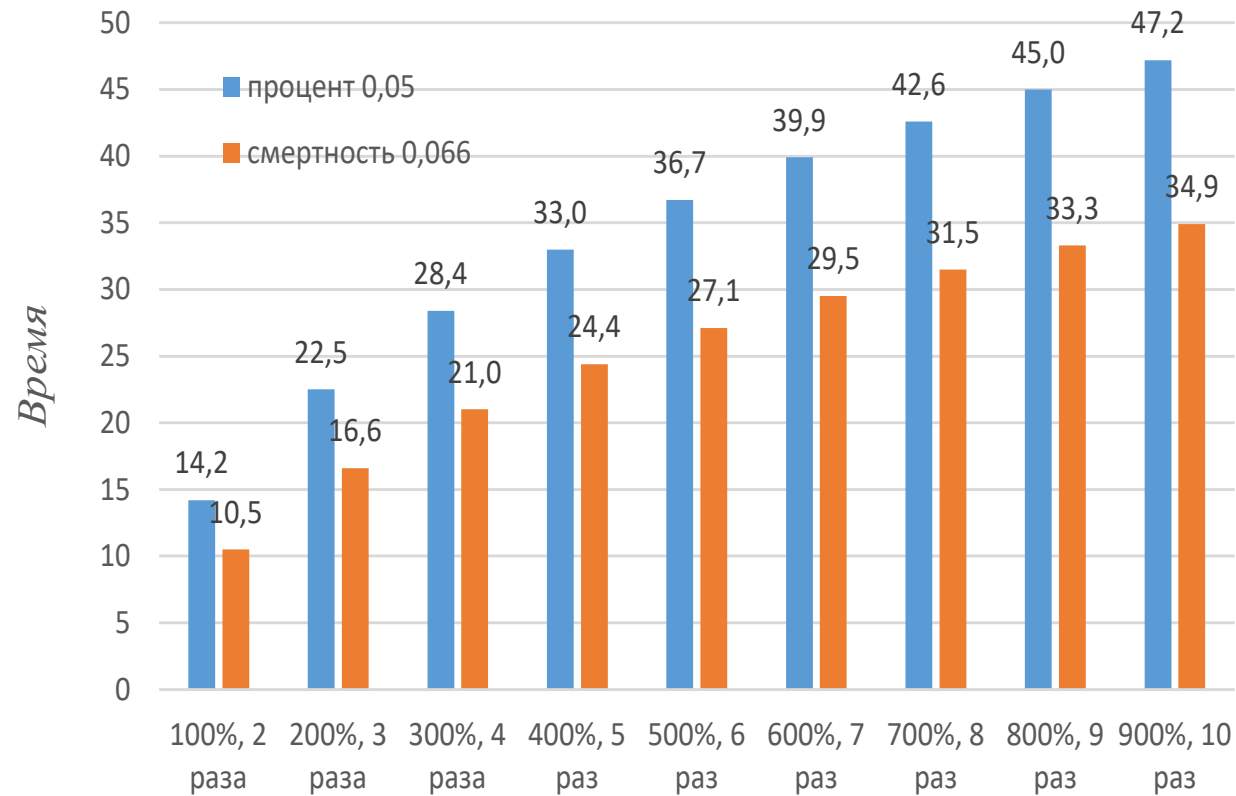
В одном я хочу тебя вразумить, – в том, в чем любых вразумлений мало: мерь все естественными желаниями, которые можно удовлетворить или задаром, или за малую цену. И не смей примешивать к желаньям пороки! Ты спрашиваешь, каким должен быть стол, на каком серебре подавать, надо ли, чтобы все прислужники были одного роста и без бороды. ***Но ведь природе ничего, кроме пищи, не нужно!***

Разве, коль жажда тебе жжет глотку, ты лишь к золотому
Тянешься кубку? Голодный, всего, кроме ромба, павлина,
Будешь гнушаться?

Сумма, изменяющаяся по сложному проценту (i=5%)



Период кратного прироста



Удвоение суммы за счет капитализации процентов: $T = \ln(2)/\ln(1+i) \sim 70/i(\%)$.

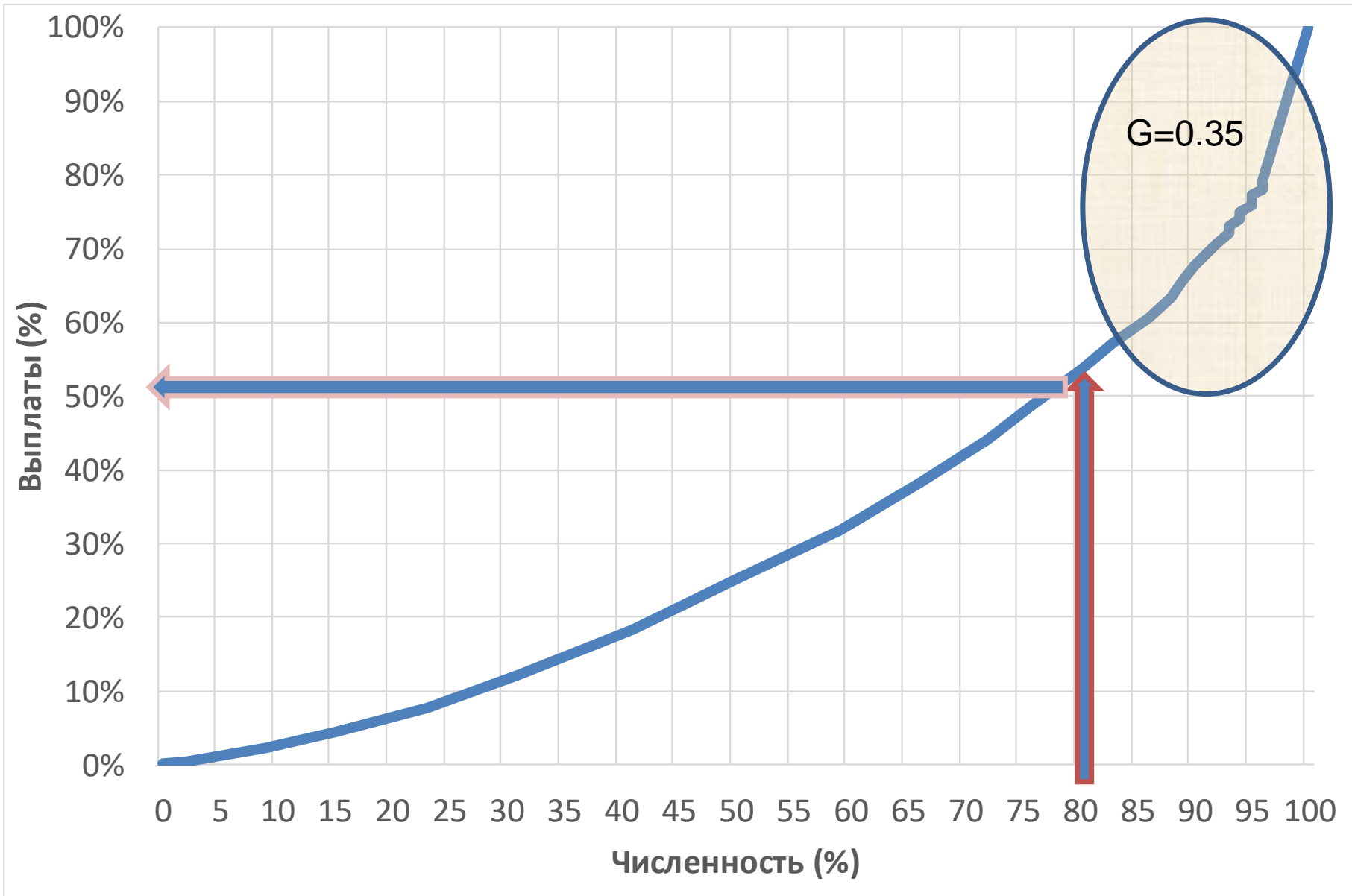
Т.е. при ставке 5% удвоение происходит за 14 лет.

$\ln(1+i) = i - 1/2*i^2 + 1/3*i^3 \dots$ для $-1 < i \leq 1$

На наличное состояние нужно смотреть как на ограду против многих возможных зол и бед, а не как на дозволение или даже обязательство покупать себе мирские удовольствия. Люди, которые первоначально не располагали никаким состоянием, но которым наконец их таланты, какого бы рода они ни были, дали возможность зарабатывать много, почти всегда начинают воображать, будто их талант есть неприкосновенный капитал, а доставляемый им доход – проценты. ***Поэтому они и не откладывают ничего из своего дохода, не собирают себе постоянного капитала: они тратят столько же, сколько добывают. Но от этого они по большей части впадают в бедность, ибо их доходы прерываются либо прекращаются – или потому, что самый талант их иссякает, имея преходящий характер, как это, например, бывает почти во всех изящных искусствах, или же потому, что он может проявляться лишь при особых условиях и обстоятельствах, которые перестают существовать.*** Ремесленники еще могут поступать таким образом: способность их к работе нелегко утрачивается, да к тому же их могут заменить подмастерья, и изделия их относятся к предметам первой необходимости, так что они всегда найдут себе сбыт, – почему и справедлива поговорка: ***«У ремесла золотое дно»***. Но не так обстоит дело со всякого рода художниками и virtuosi. Вследствие этого они и оплачиваются дороже. Но поэтому же то, что они приобретают, должно бы становиться их капиталом, меж тем они дерзко считают это не более как процентами и оттого идут навстречу гибели. Люди же, получившие состояние по наследству, по крайней мере сразу вполне основательно узнают, что такое капитал и что – проценты. И большинство старается дать этому капиталу верное помещение, отнюдь его не трогать, даже, если возможно, откладывать хоть восьмую часть процентов, чтобы быть наготове против возможного в будущем застоя, – вот почему они в большинстве случаев и сохраняют свое благосостояние. К купцам, однако, все эти соображения неприложимы: для них сами деньги служат средством к дальнейшей прибыли, как бы орудием ремесла, поэтому они стараются сохранить и приумножить свое состояние, пустив его в оборот, даже если оно всецело приобретено ими самими. Вот почему ни в одном сословии богатство не представляет собою столь естественного явления, как в этом.

Вообще же, как правило, оказывается, что те, кому уже приходилось иметь дело с действительной нуждой и с лишениями, обнаруживают несравненно меньше опасений и потому более склонны к расточительности, чем люди, знакомые с бедностью лишь понаслышке. К первым принадлежат все те, кого счастливый случай или особый талант, все равно какой, довольно быстро привел от бедности к благосостоянию; ко вторым же – те, кто родился и жил в довольстве. Последние обычно более думают о будущем и потому экономнее первых. Отсюда можно было бы заключить, что нужда не такое плохое дело, как кажется издали. Однако истинная причина указанного различия заключается скорее в том, что человеку, от рождения окруженному богатством, последнее представляется как нечто необходимое, как условие единственно возможной жизни, все равно как воздух; поэтому он хранит его, как свою жизнь, и оттого большей частью обнаруживает любовь к порядку, предусмотрительность и бережливость. Наоборот, кому от рождения уделом была бедность, тот в ней видит естественное состояние, а в так или иначе доставшемся после богатстве – нечто излишнее, годное лишь для наслаждений и мотовства; если оно опять исчезнет, человек, как и прежде, станет обходиться без него, еще освобожденный от лишней заботы. Ведь тут мы и видим то, что говорит Шекспир: Ты только подтверждаешь поговорку: Коня загонит нищий, сев верхом» [50 - Шекспир У. Генрих IV, III, 1 (пер. с англ. И. Бируковой).].

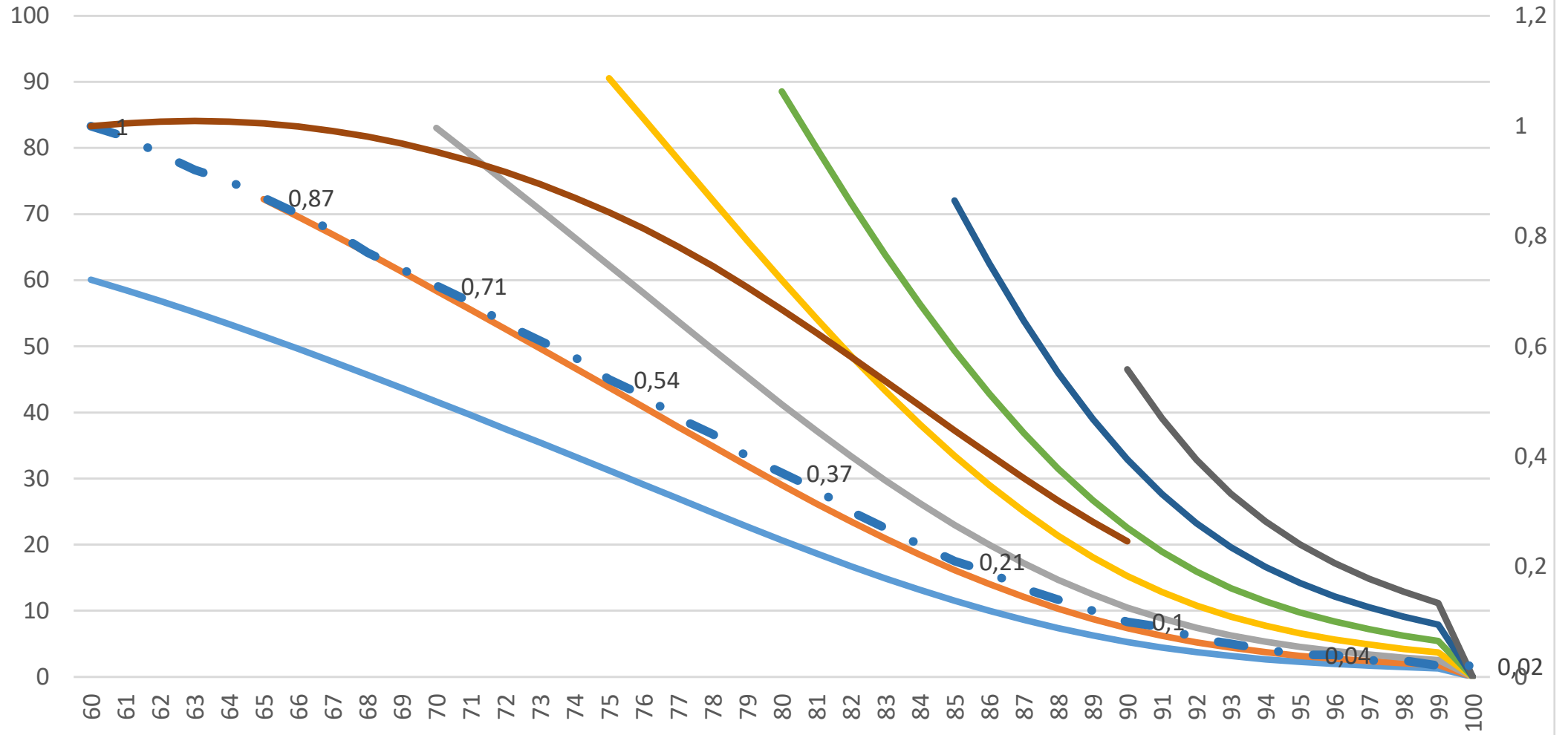
Если взять все деньги в мире и поделить их поровну между всеми, то очень скоро они окажутся в тех же карманах, что и прежде. Джим Рон.



21,0%	50%
5,5%	25%
1,3%	13%

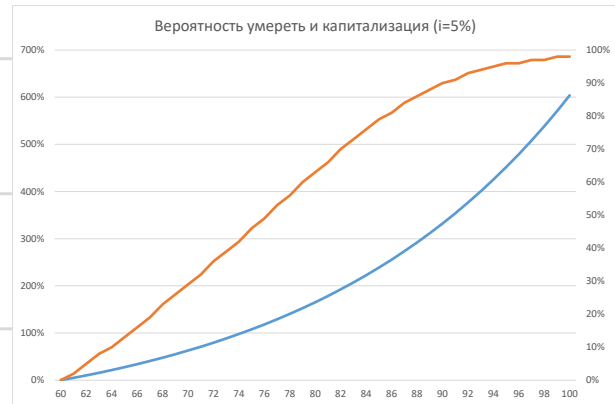
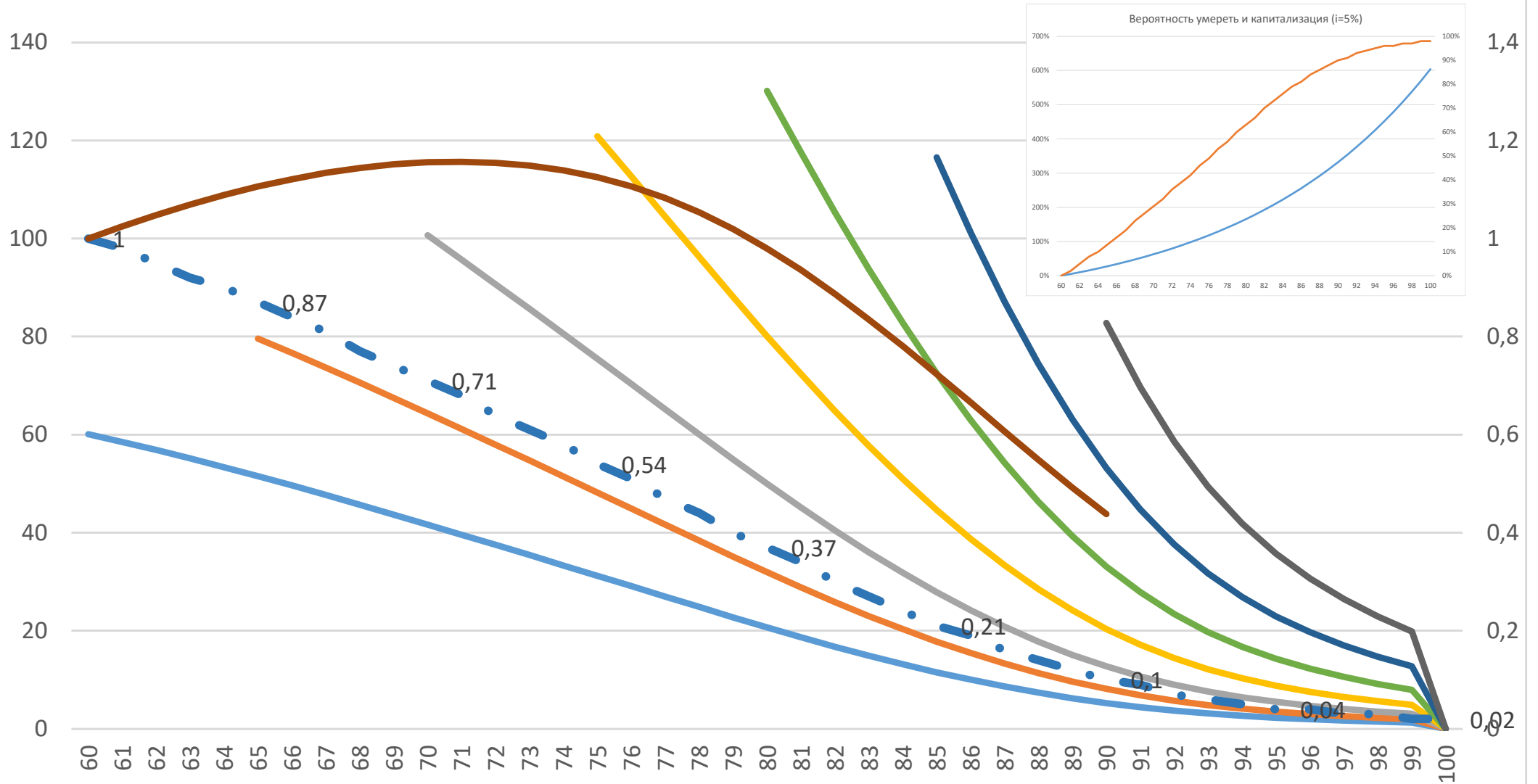
На долю 20% численности с высоким уровнем дохода приходится 50% всех выплат.

Выплаты в зависимости от пенсионного возраста (i=3%)



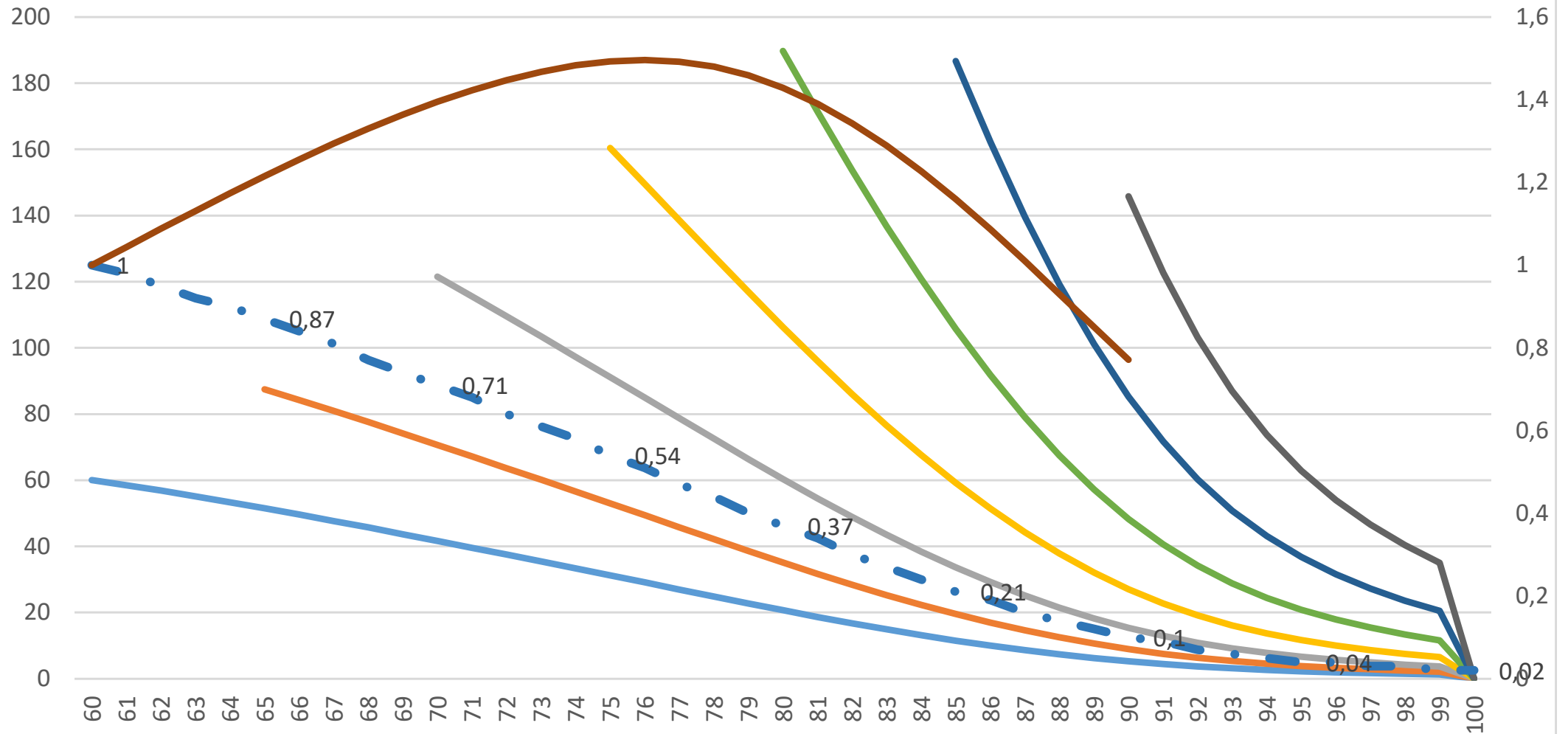
- выплата в 60 (1000) — выплата в 65 (1005) — выплата в 70 (953)
- выплата в 75 (843) — выплата в 80 (667) — выплата в 85 (447)
- выплата в 90 (246) • вер. дожития — сум. выплаты

Выплаты в зависимости от пенсионного возраста (i=5%)



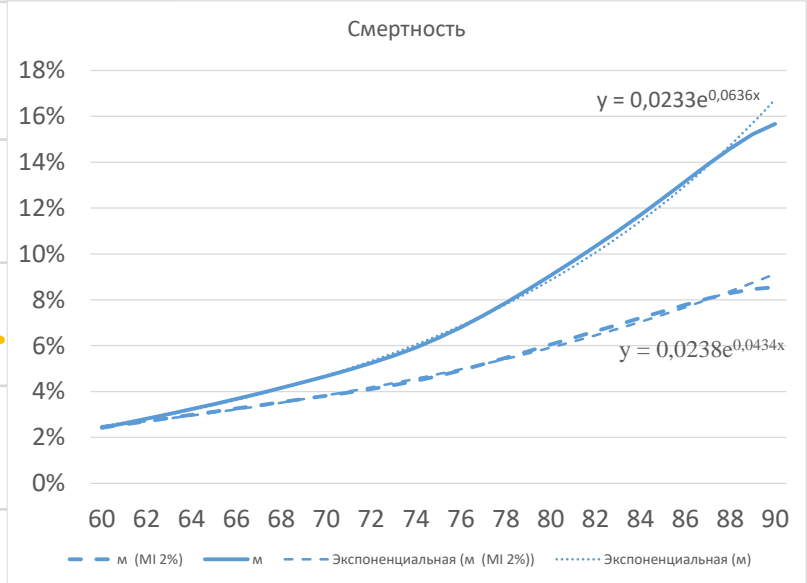
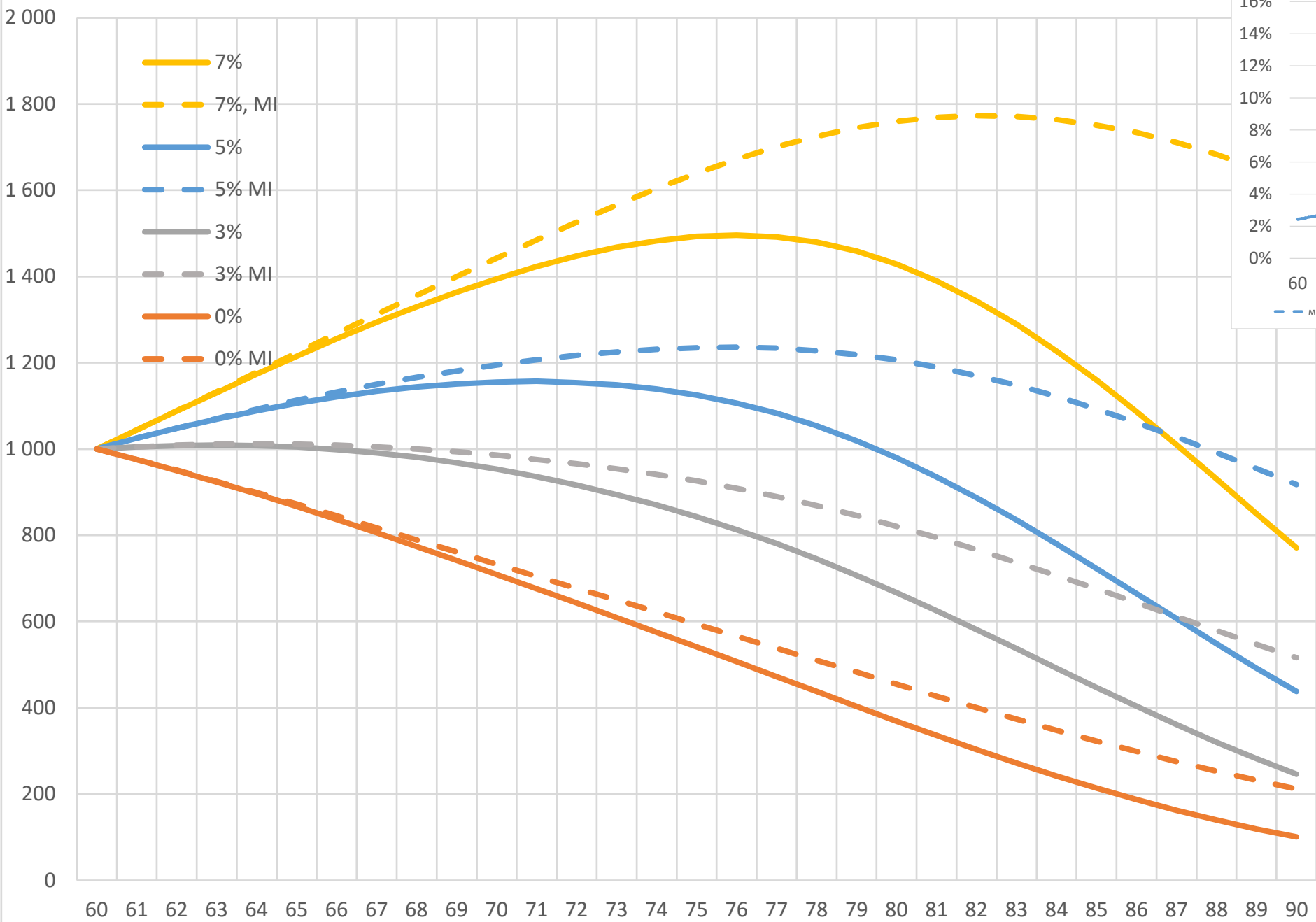
- выплата в 60 (1000)
- выплата в 65 (1106)
- выплата в 70 (1155)
- выплата в 75 (1125)
- выплата в 80 (980)
- выплата в 85 (723)
- выплата в 90 (438)
- вер. дожития
- сум. выплаты

Выплаты в зависимости от пенсионного возраста (i=7%)



- выплата в 60 (1000)
- выплата в 65 (1215)
- выплата в 70 (1395)
- выплата в 75 (1493)
- выплата в 80 (1429)
- выплата в 85 (1160)
- выплата в 90 (771)
- вер. дожития
- сум. выплаты

Сумма выплат в зависимости от возраста начала выплат и процентной ставки

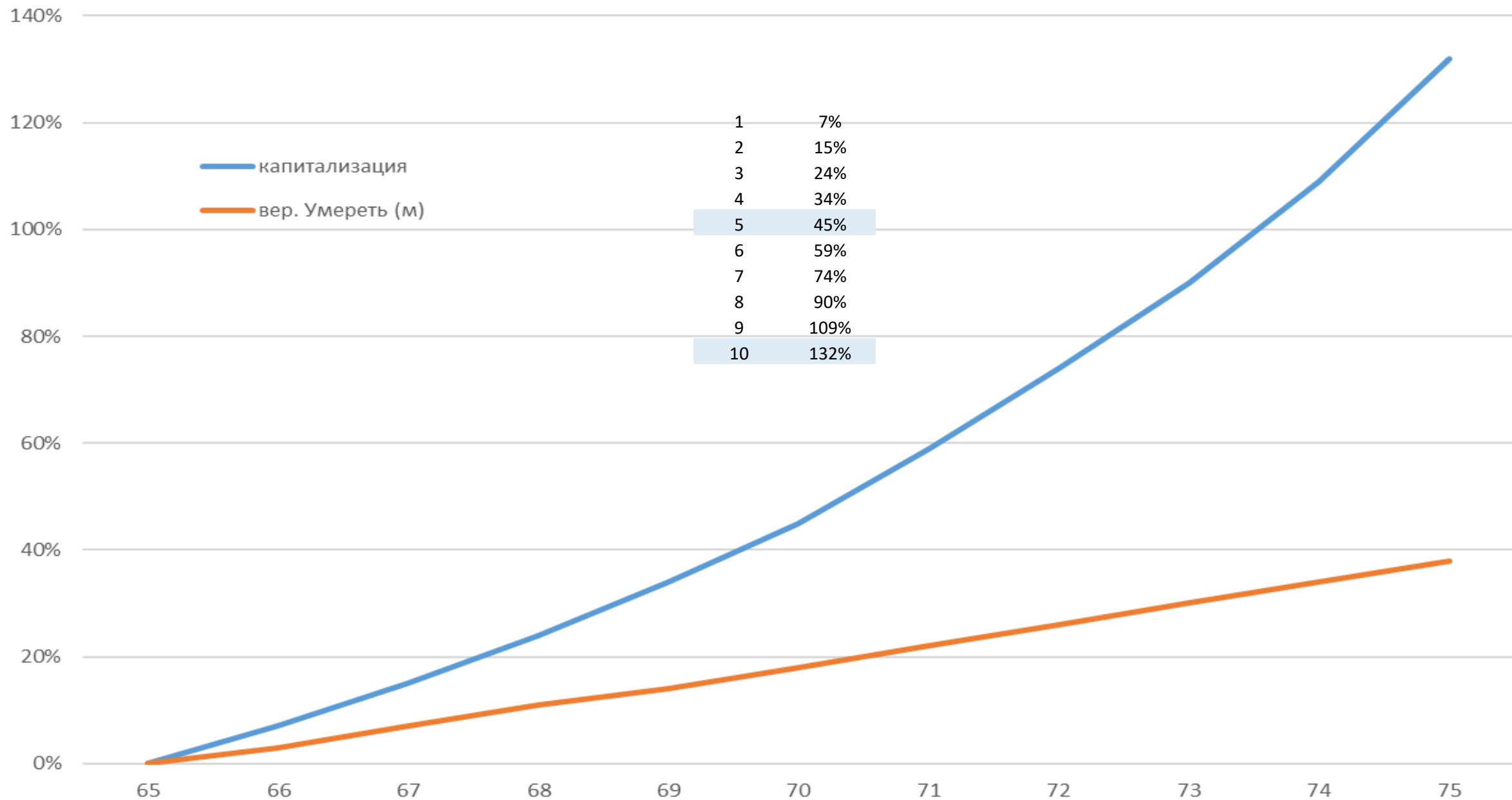


Открытое письмо молодому человеку о науке жить. Искусство беседы: афоризмы и максимы. Андре Моруа (1885-1967)

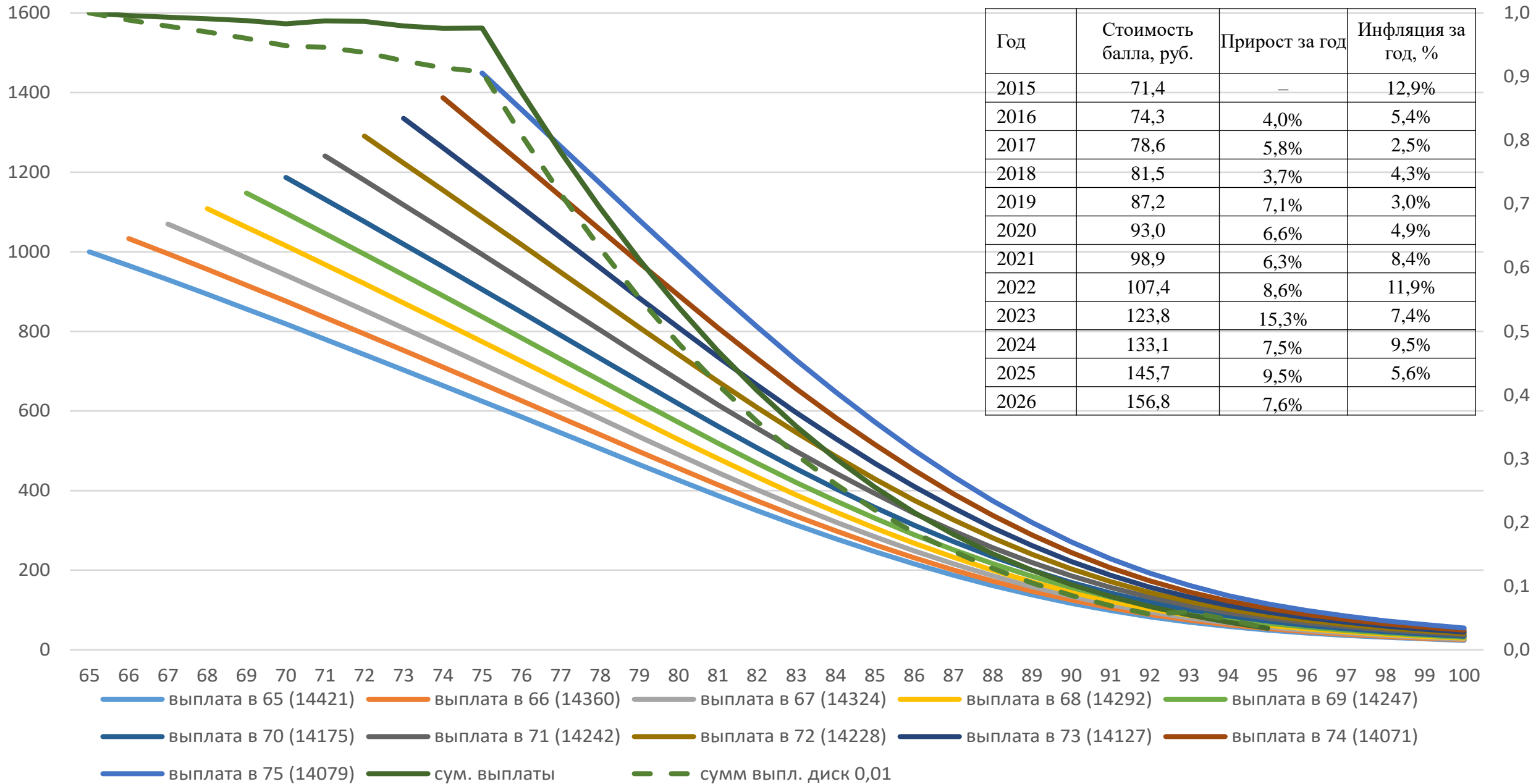
Зарабатывать деньги – с большим или меньшим успехом – способен каждый, кто владеет каким-либо ремеслом и не уваливает от работы. Куда труднее распорядиться заработанными деньгами. Держать капитал в банке не так уж выгодно. *Чтобы жить на ренту, надо иметь огромное состояние. Да к тому же за последние полвека девальвации стали таким частым явлением, что капитал ваш может растаять, как снег на солнце.* Что же делать? Покупать акции, поскольку они представляют собой реальную ценность, а когда валютный курс падает, поднимаются в цене? Вас ждет несколько неприятных сюрпризов. Любая, даже самая процветающая отрасль промышленности может внезапно прийти в упадок из-за какого-нибудь изобретения, капризов моды или промахов руководства. У биржи свои перепады настроения, зависящие от политической обстановки; они непредсказуемы. Процентные бумаги, приносящие постоянный доход? Это разумно, особенно учитывая новые законы, но только при твердом валютном курсе. Покупать дома, участки? Еще недавно многие умные люди шли по этому пути, но нынче это не так выгодно, потому что налоги на недвижимое имущество сильно возросли. Коллекционировать картины, книги, антикварные вещи? Это занятие имеет то преимущество, что позволяет совместить приятное с полезным; только найдете ли вы покупателей, если захотите продать свою коллекцию? В эпохи кризисов любителей раритетов становится все меньше, в эпохи революций коллекции конфискуются.

Короче говоря, нечего и мечтать о том, чтобы абсолютно надежно поместить деньги. Но это не значит, что вы не должны стремиться поместить их относительно надежно. Вспомните народную мудрость: «Не кладите все яйца в одну корзину»... Оставьте себе несколько путей к отступлению. Осторожность – вещь похвальная, но нелегкая для человека с ограниченными средствами. Чтобы наполнить несколько корзин, надо иметь много яиц; чтобы прикрыть несколько путей отступления, надо иметь много боеприпасов. Быть может, вы захотите вложить все, что имеете, в какое-либо новое предприятие или научное исследование. Быть может, вы решите, что лучше все поставить на карту в надежде выиграть, чем постепенно проигрывать, играя по маленькой. **Во всяком случае, старайтесь, чтобы расходы ваши были меньше доходов.** Я говорю, старайтесь, потому что расходы нельзя ужимать до бесконечности, а доходы порой очень сильно колеблются.

Вероятность умереть и капитализация (шкала ПФР)

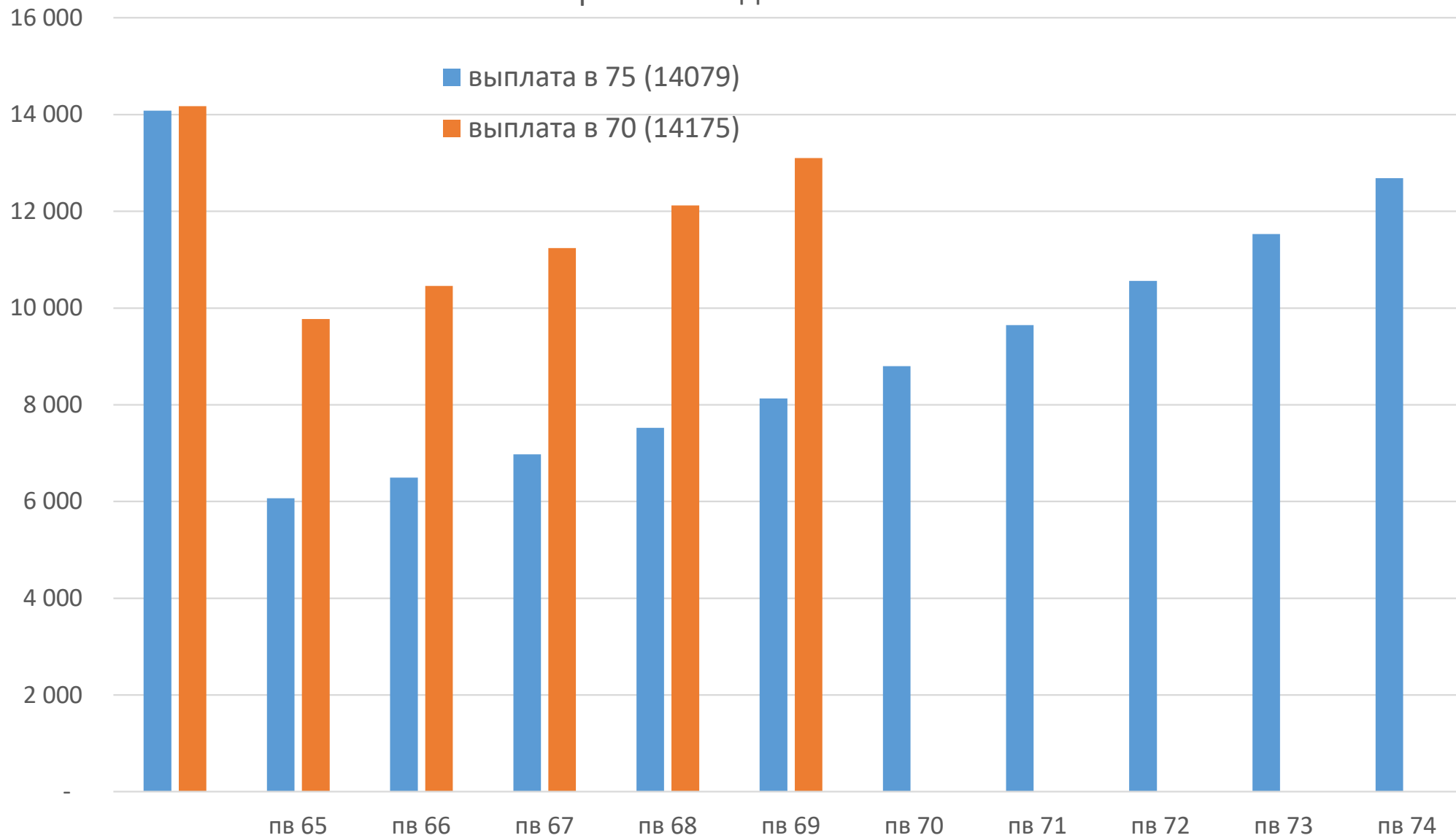


Выплаты в зависимости от пенсионного возраста (шкала ПФР)

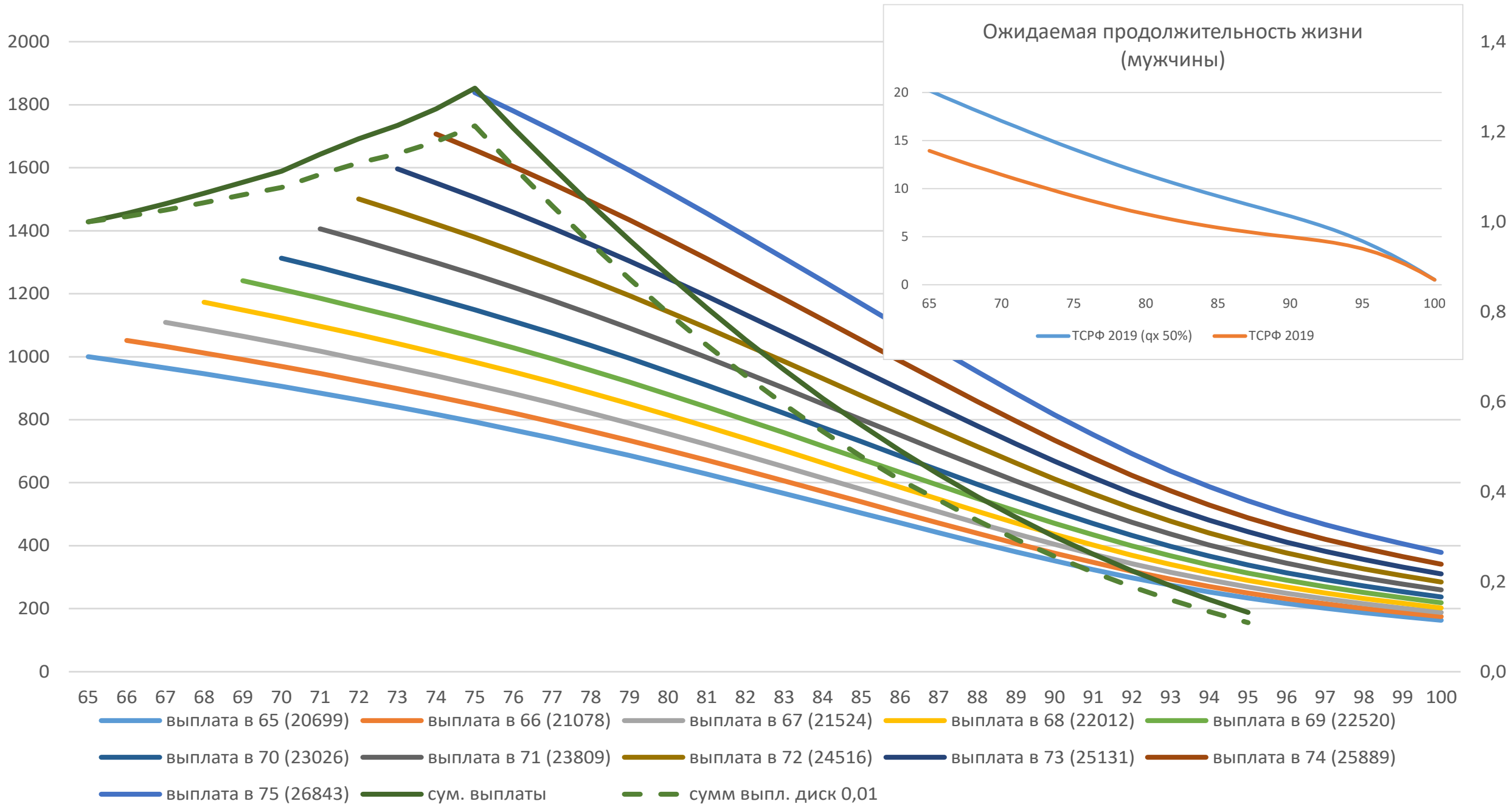


Перераспределение денежных потоков в зависимости от пенсионного возраста

Ожидаемая сумма выплат в возрасте 70 и 75 лет (NPV, $i=0$) в зависимости
возраста выхода на пенсию



Выплаты в зависимости от пенсионного возраста (шкала ПФР)



**Кто молод и кто стар - всем суждено уйти
Уйти в небытие, другого нет пути
Здесь навсегда никто, никто не оставался
И всем идущим вслед, дано одно – уйти**

**Шагнуть за 60 не думай, не мечтай
Страницы жизни друг под хмелем пролистай
Пока из головы твоей кувшин не слепят
Неси кувшин с вином из рук не выпускай**

**Всё, что видим мы, – видимость только одна.
Далеко от поверхности мира до дна.
Полагай несущественным явное в мире,
Ибо тайная сущность вещей – не видна.**

**Что там, за ветхой занавеской тьмы
В гаданиях запутались умы
Когда же с треском рухнет занавеска,
Увидят все, как ошибались мы**

**Не смешно ли весь век по копейке копить,
Если вечную жизнь все равно не купить?
Эту жизнь тебе дали, мой милый, на время,
Постарайся же времени не упустить**

**В колыбели младенец, покойник в гробу.
Вот и все, что известно про нашу судьбу
Выпей чашу до дна и не спрашивай много
Господин не откроет секрета рабу**

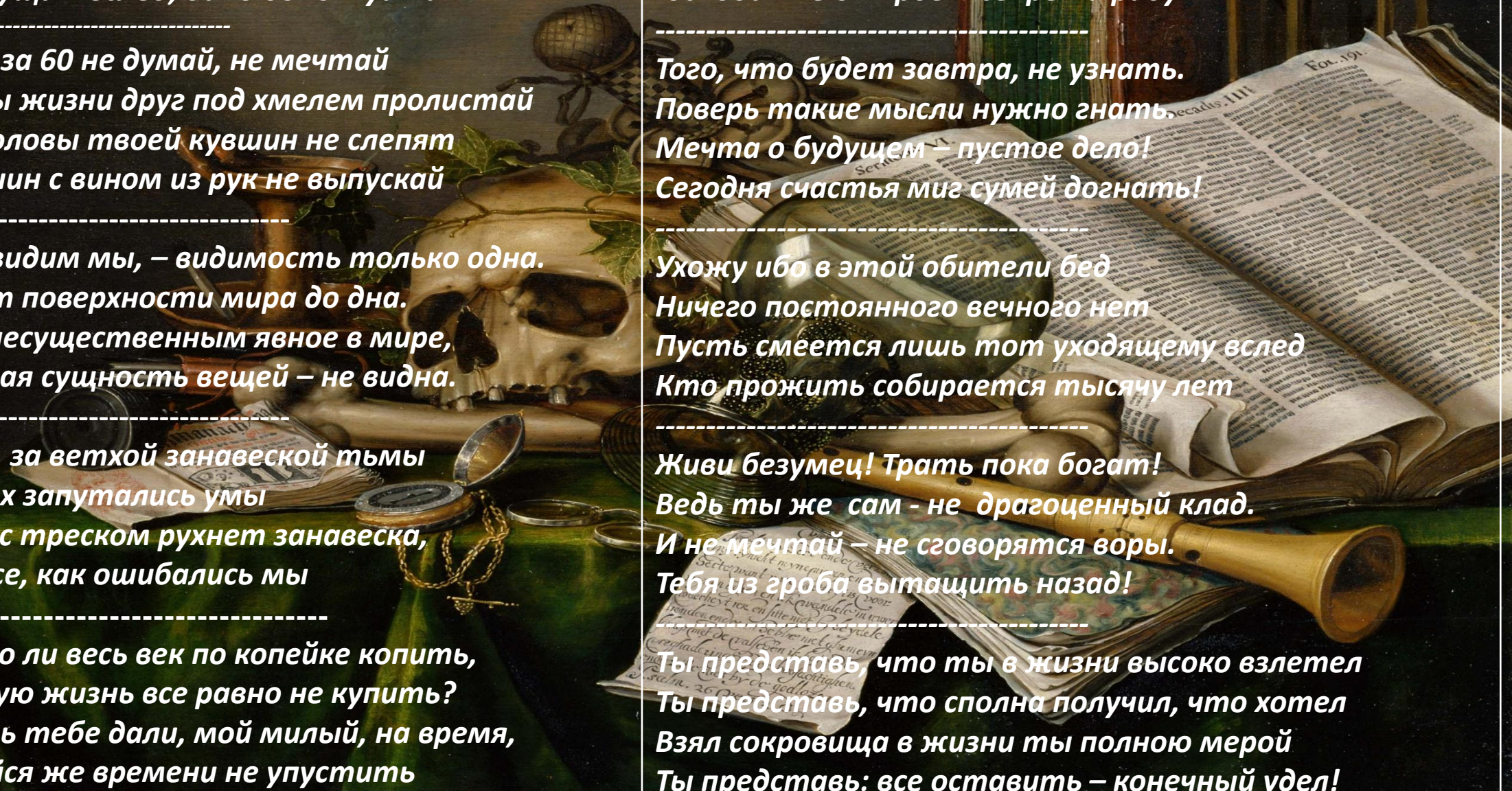
**Того, что будет завтра, не узнать.
Поверь такие мысли нужно гнать,
Мечта о будущем – пустое дело!
Сегодня счастья миг сумеи догнать!**

**Ухожу ибо в этой обители бед
Ничего постоянного вечного нет
Пусть смеется лишь тот уходящему вслед
Кто прожить собирается тысячу лет**

**Живи безумец! Трать пока богат!
Ведь ты же сам - не драгоценный клад.
И не мечтай – не сговорятся воры.
Тебя из гроба вытащит назад!**

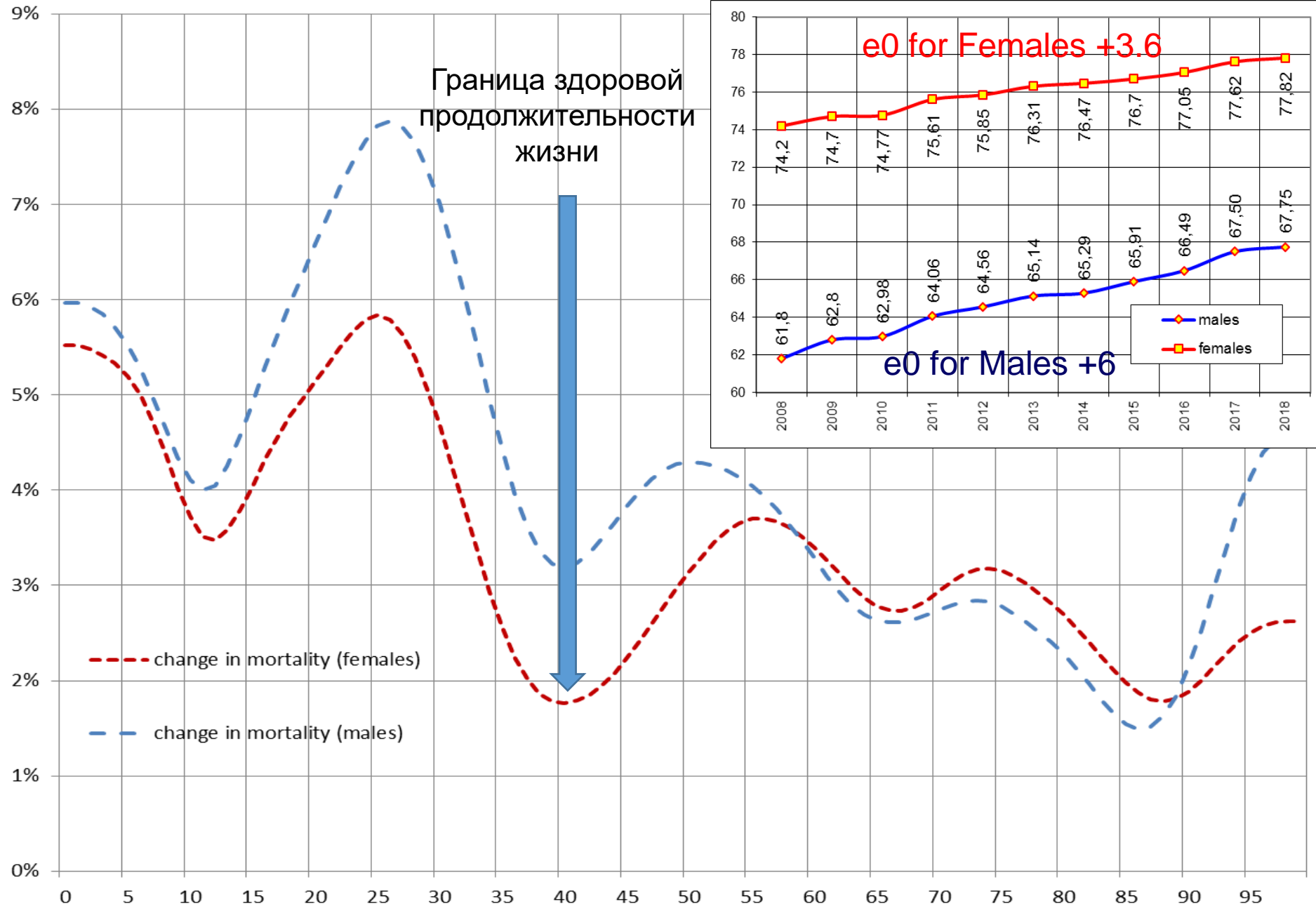
**Ты представь, что ты в жизни высоко взлетел
Ты представь, что сполна получил, что хотел
Взял сокровища в жизни ты полною мерой
Ты представь: все оставить – конечный удел!**

О.Хайям

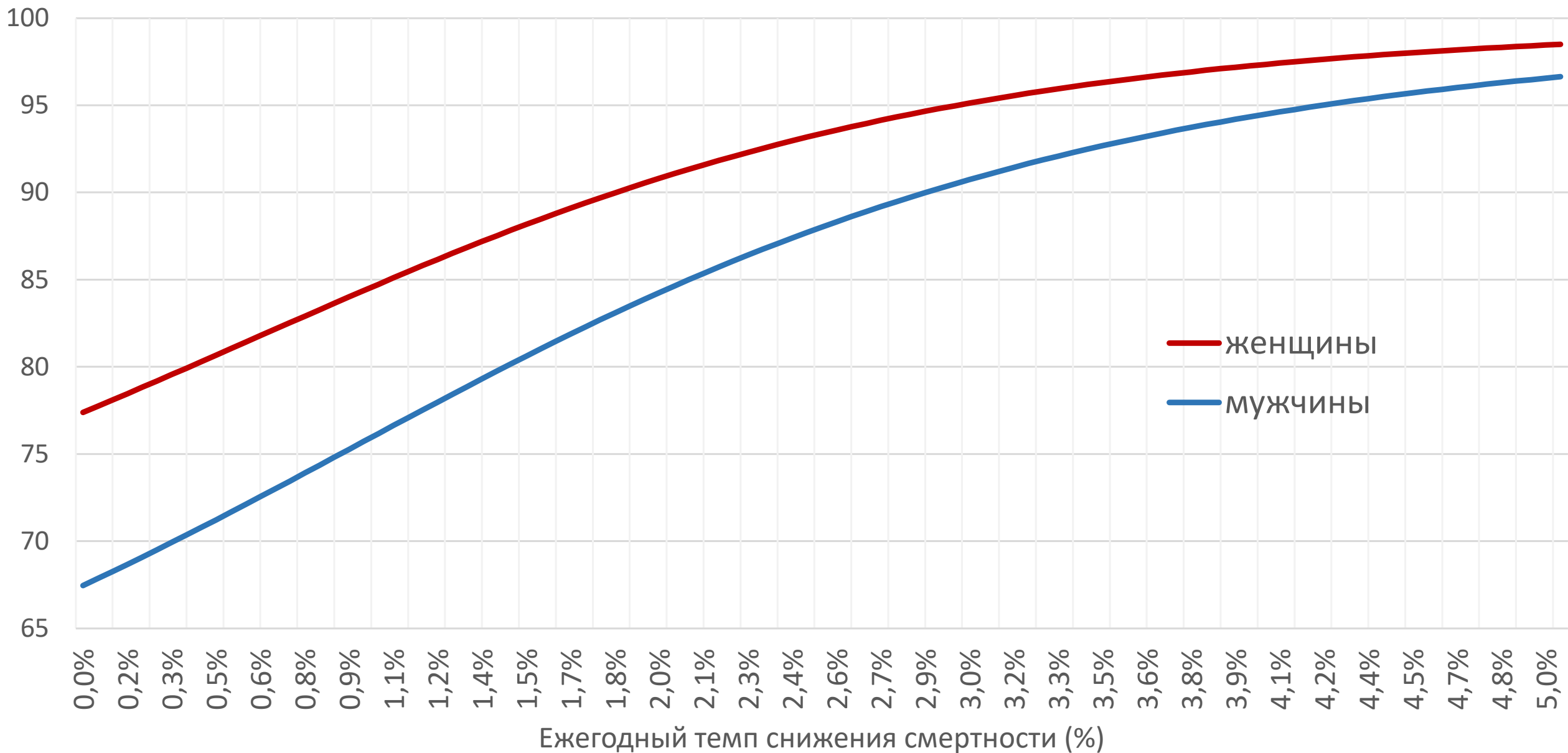


Модели смертности (saturation model)

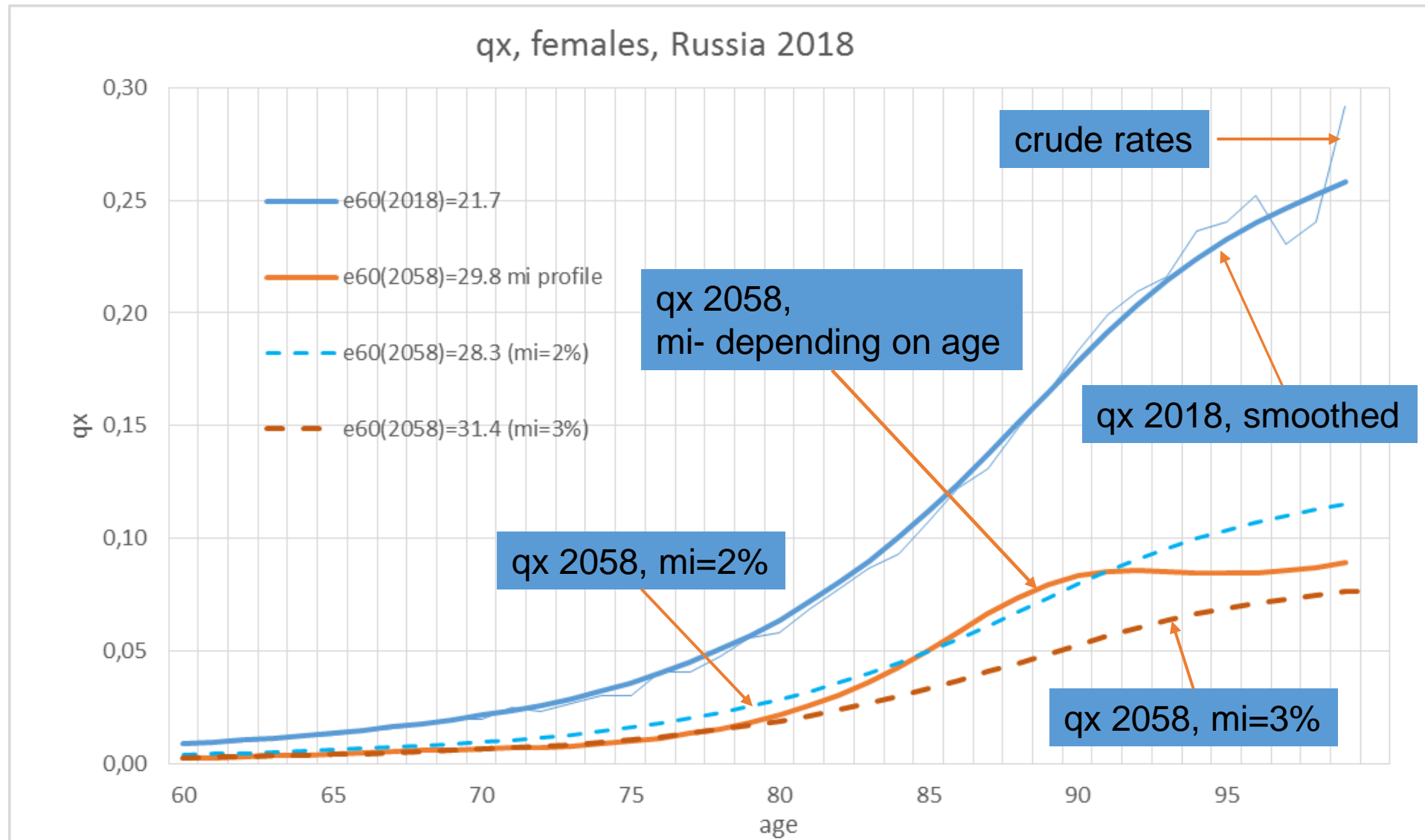
Annual mortality improvement in Russia during 2008-2018



ОПЖ реального поколения с момента рождения (e_0)
в зависимости от ежегодного темпа снижения смертности



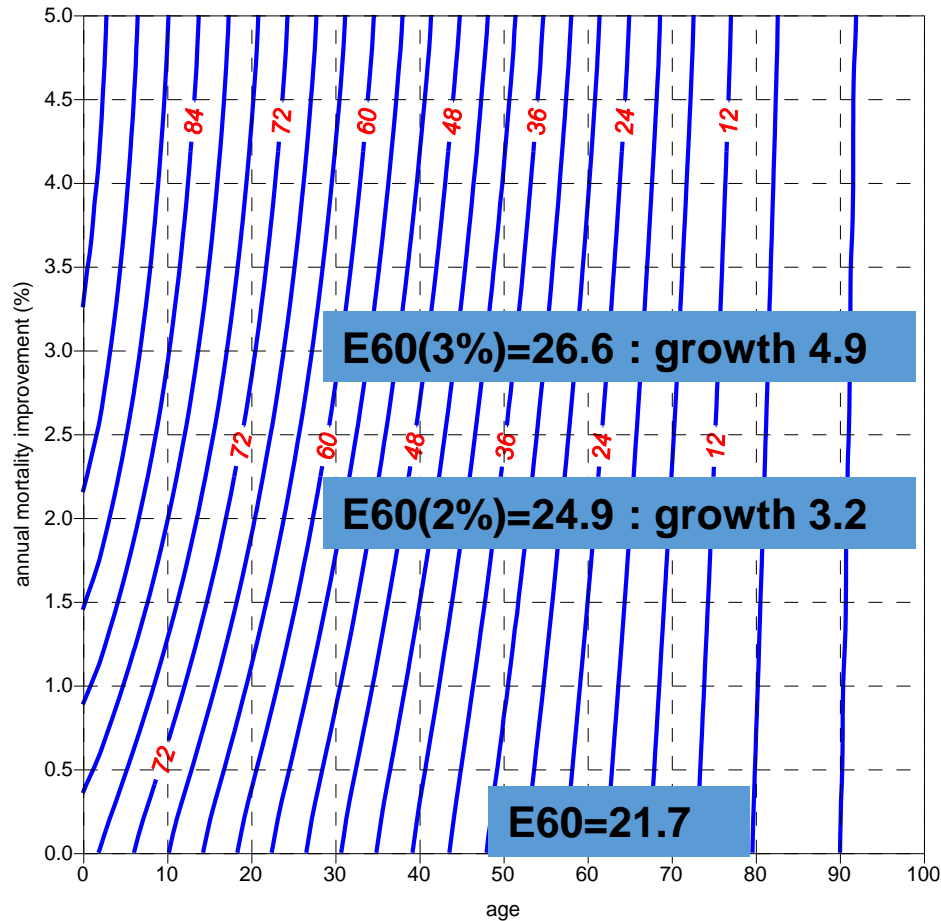
Population's mortality tables



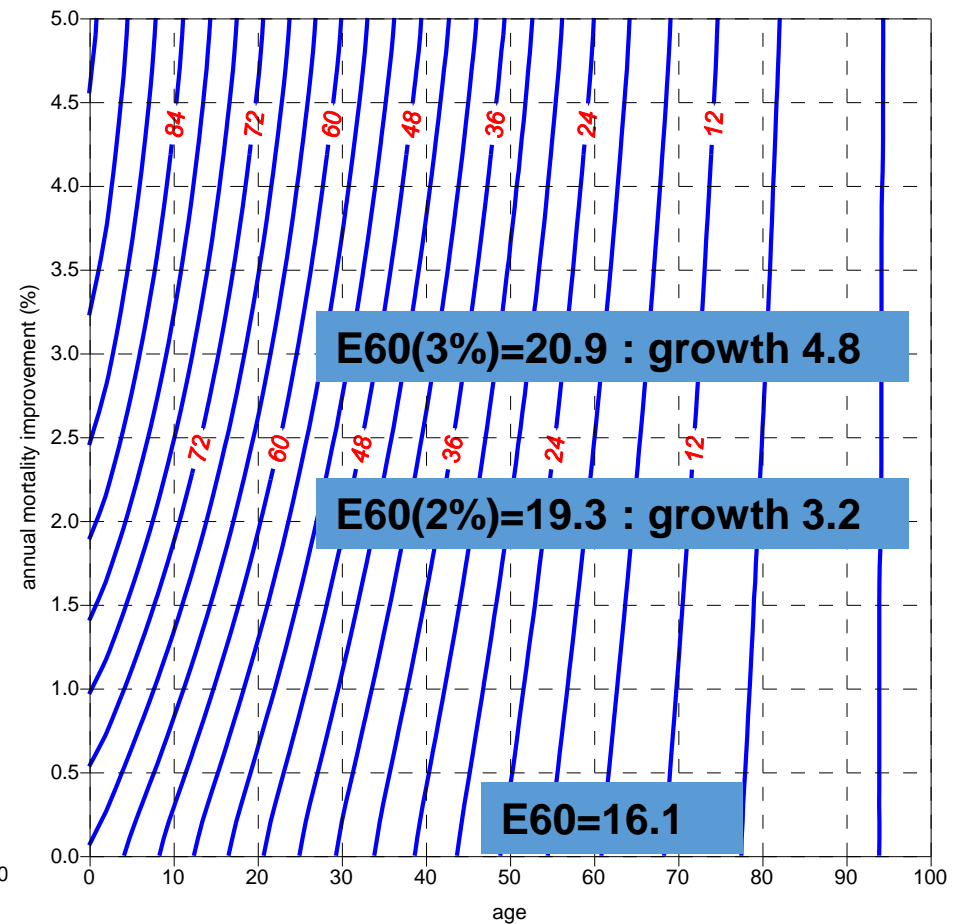
The annual improvement 2% during 40 years will increase e60 for females (population) at 6.6 year. Using observed profile of mortality improvement the growth will be 8.1 year.

Life expectancy depending on age and annual mortality improvement

Females ex (cohort, homogeneous model)



Males ex (cohort, homogeneous model)



How sensitive is life expectancy (ex) to mortality improvement?

$E60(f,0)=21.7$, $E60(f,1)=23.2$, $E60(f,2)=24.9$, $E60(f,3)=26.6$, $E60(f,4)=28.2$, $E60(f,5)=29.8$

$E60(m,0)=16.1$, $E60(m,1)=17.8$, $E60(m,2)=19.3$, $E60(m,3)=20.9$, $E60(m,4)=22.5$, $E60(m,5)=24.1$

The saturation model

Given the significant horizon of the forecast, extrapolation of the rates of mortality improvement observed today will lead to a noticeable difference in the predicted values from the actual ones. To account for this factor, a model of mortality with saturation was used. If, in the case of extrapolation of mortality, it is assumed that mortality is reduced by definite value year in each age group, and mortality, survivors of the decline in mortality at each age does not differ from mortality in the main group, then the saturation model assumes that survivors at each age form a new subgroup with higher mortality rate. As the core group is eroded by subgroups with higher mortality rates, the average mortality rate for all groups increases, resulting in lower life expectancy growth.

According to the obtained results using the saturation model, instead of the observed (actual) mortality improvement rate of 3% for the cohort of men aged 60 years could be used mortality improvement rate 2%, for women, with the observed rate of mortality improvement of 2% for the cohort, a value of 1.5% can be used.

It should be noted that the adjustmetn factors are not strongly dependent on age.

The saturation model

One group P0, homogeneous model

$P0(x+1)=P0(x)*(1-q(x))$ - population for cohort excluding m_i

$P0(x+1)=P0(x)*(1-q(x))*(1-b)^t$ - population for cohort including $m_i=b$

Mortality model:

$q(x)=0.005*\exp(t*0.12)$, $t[0..40]$, $x[60..100]$

Two groups P1 и P2, heterogeneous model

The group P1 with change of mortality:

$P1(x+1)=P1(x)*(1-q(x))*(1-b)^t-$

$P1(x)*(q(x)-q(x)*(1-b)^t)=$

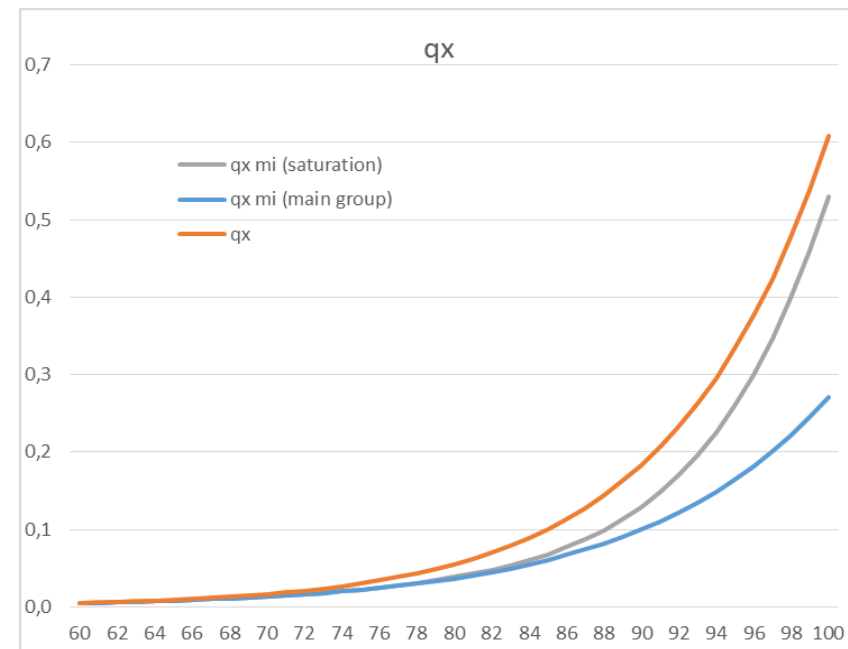
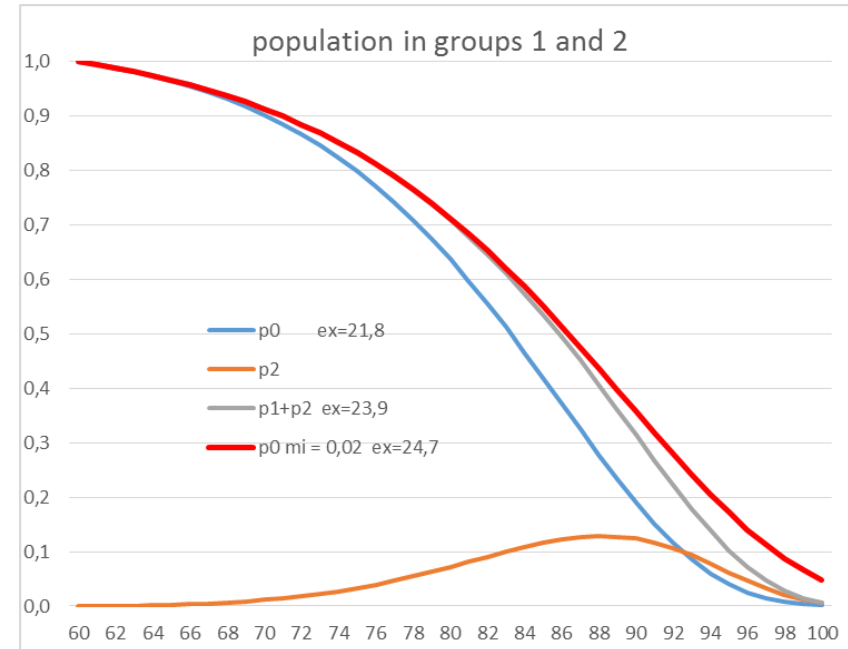
$P1(x)*(1-q(x))$

The group P2 without change of mortality:

$P2(x+1)=P2(x)*(1-q(x))+P1(x)*(q(x)-q(x)*(1-b)^t)$

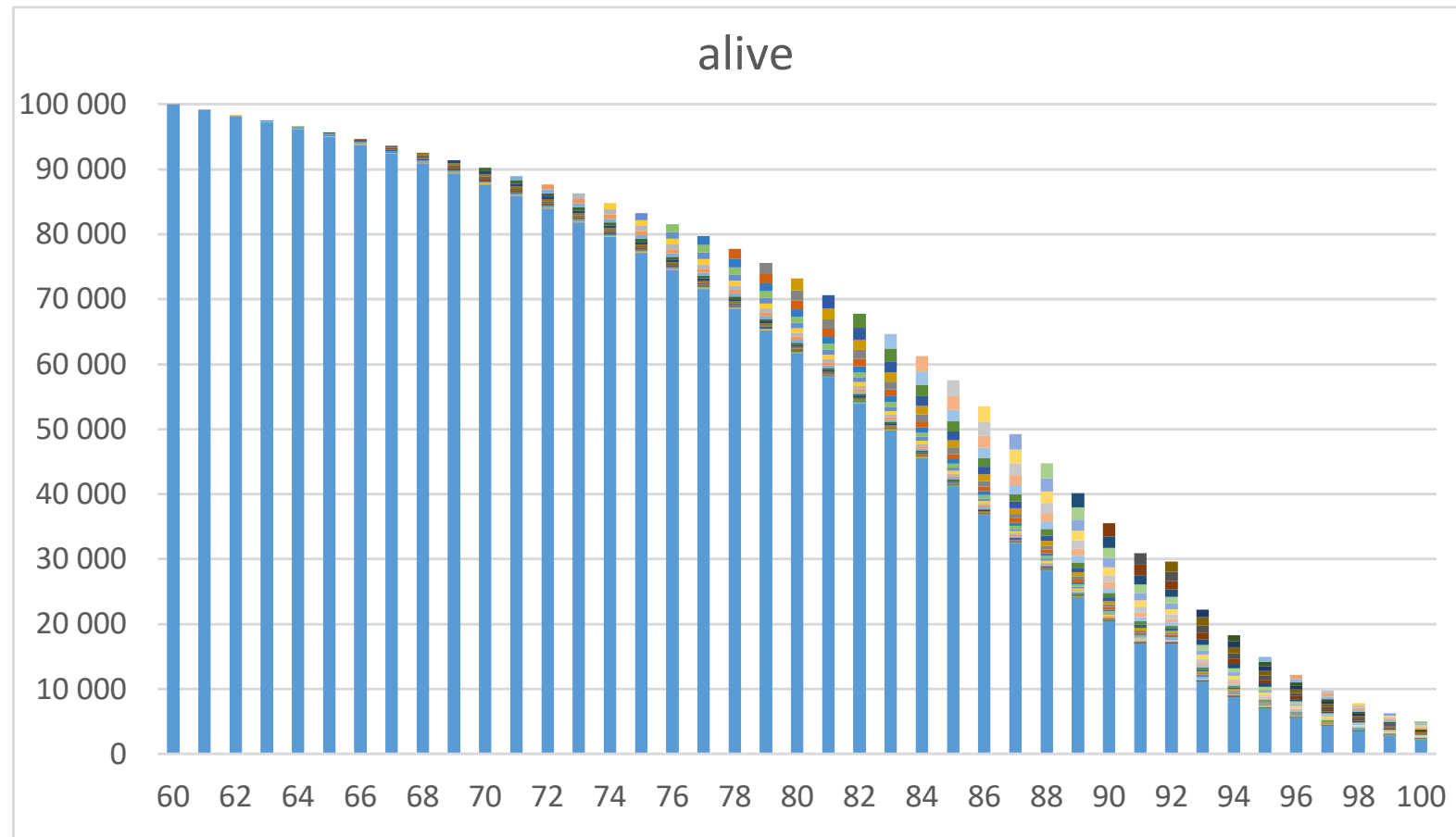
Correction for q_x :

$q_x(x)=(P1(x)*q(x)*(1-b)^t+P2(x)*q(x))/(P1(x)+P2(x))$

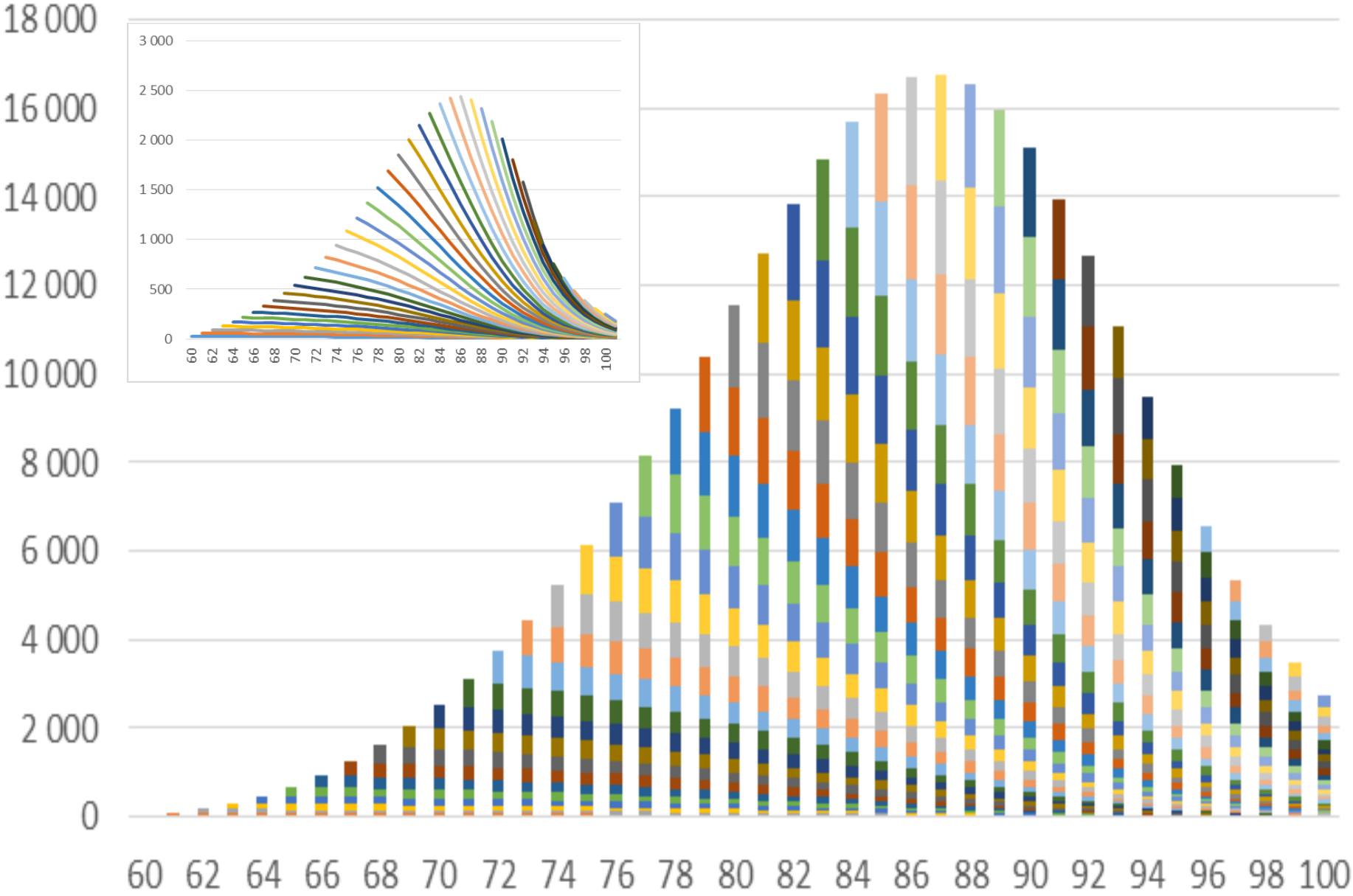


Изменение числа lx

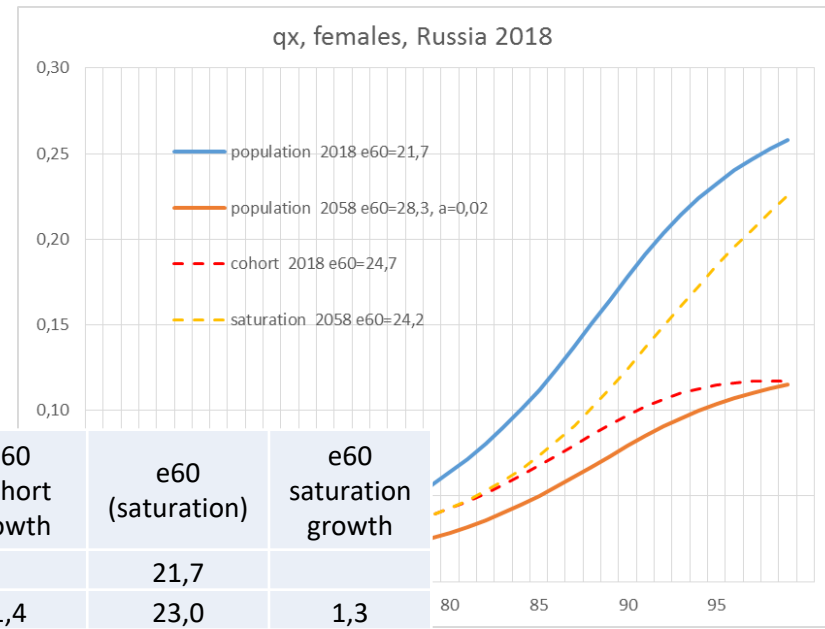
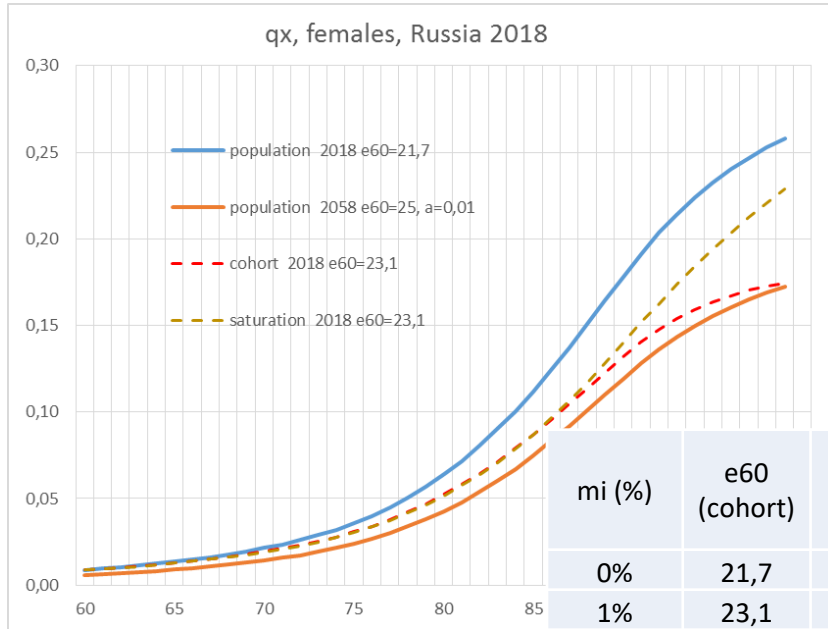
From 100 000 people at the age of 60 years to 77 years, subgroups of about 17 thousand people are formed. the Number of the main group at this point will be about 72 thousand people.



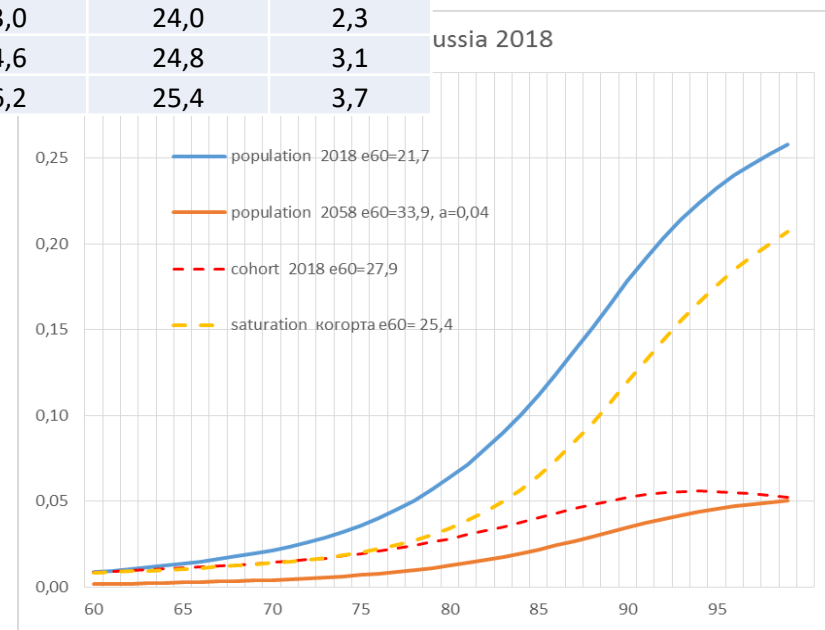
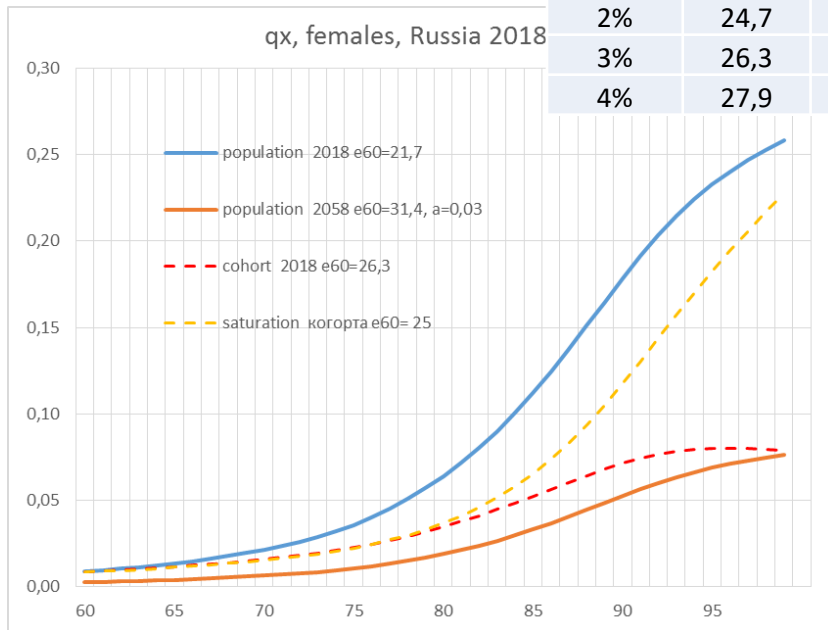
Subgroups



The results of mortality saturation's model



mi (%)	e60 (cohort)	e60 cohort growth	e60 (saturation)	e60 saturation growth
0%	21,7		21,7	
1%	23,1	1,4	23,0	1,3
2%	24,7	3,0	24,0	2,3
3%	26,3	4,6	24,8	3,1
4%	27,9	6,2	25,4	3,7



Russia 2018

Как остаться стойком?



База данных афоризмов и пословиц

Verba volant, scripta manent

Автор
Конфуций выбор тем

Тема
все выбор авторов

Выбрать

Расширенный поиск

Часть выражения
интерес

Язык
Все

Эпоха
Все

Выбрать

Дополнительно
индексация списка

Благородный в душе безмятежен. Низкий человек всегда озабочен.

Благородный муж ни от кого не ожидает обмана, но когда его обманывают, он первый замечает это.

Благородный человек предъявляет требования к себе, низкий человек предъявляет требования к другим.

В древности люди учились для того, чтобы совершенствовать себя. Нынче учатся для того, чтобы удивить других.

В стране, где есть порядок, будь смел и в действиях, и в речах. В стране, где нет порядка, будь смел в действиях, но осмотрителен в речах.

В стране, которой хорошо правят, стыдятся бедности.

Выберите себе работу по душе, и вам не придется работать ни одного дня в своей жизни.

Давай наставления только тому, кто ищет знаний, обнаружив свое невежество.

Драгоценный камень нельзя отполировать без трения. Также и человек не может стать успешным без достаточного количества трудных попыток.

Если вы самый умный человек в комнате, то вы не в той комнате, где должны находиться

Если тебе плюют в спину, значит ты впереди.

Если ты ненавидишь – значит тебя победили.

<https://cloud.mail.ru/public/JPR3/CB2ZAbH3X>

<https://infoarchives.ru/mind>

Демографические мысли и пословицы

Каждый старик был юношей, но не каждый юноша станет стариком

От избытка и старец келью строит

У савана нет карманов

Мудрое потребление гораздо труднее мудрого производства. Что двадцать человек с трудом произведут, то один легко может потребить, и вопрос жизни, как для каждого отдельного лица, так и для целого народа, состоит не в том, сколько он произведет, а в том, на что эти продукты тратятся. Д. Рескин

Общество потребления – это общество одиноких людей, у которых есть все, кроме того, что им действительно необходимо. Ж. Фреско