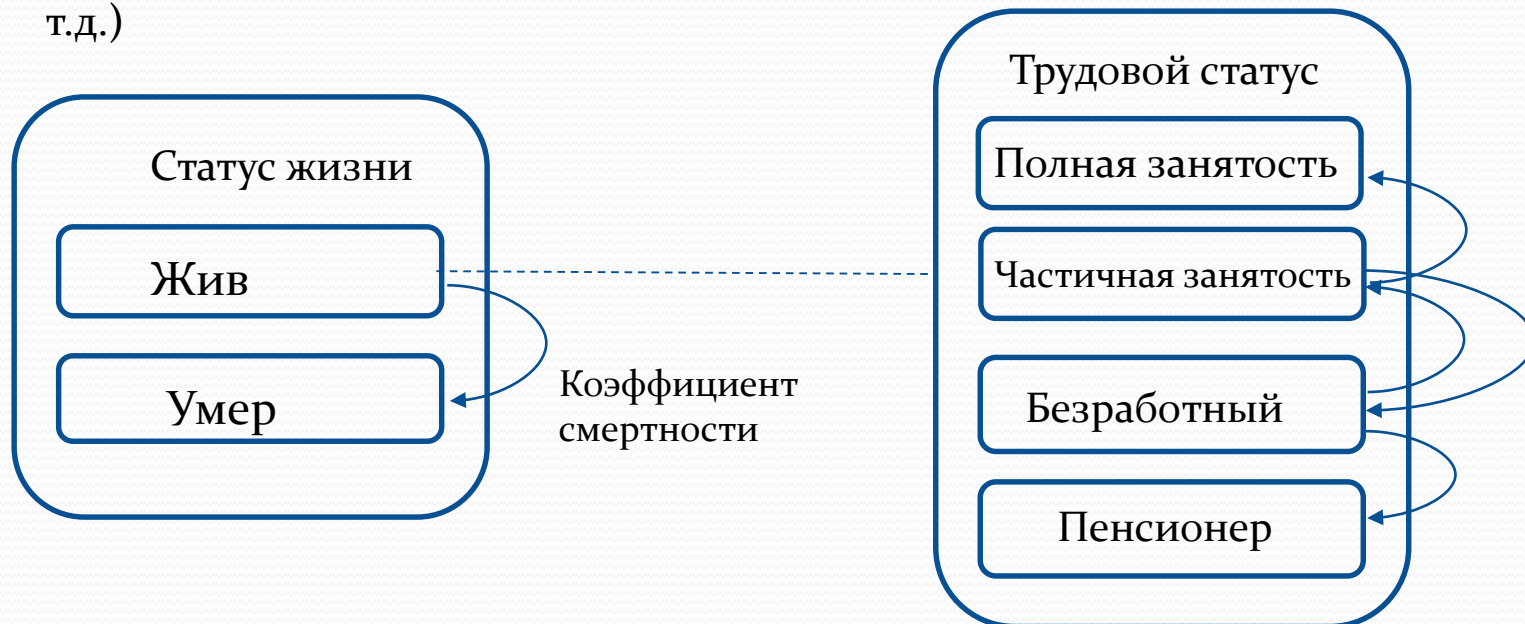


Анализ пенсионной системы с использованием инструмента микромоделирования

Всемирный банк
Июнь 2019 года

Микромоделирование жизненного пути

- Использование информации о гражданине из актуальных административных баз данных
- Дополнение данных статистическими показателями (смертность, фертильность, миграция и т.д.)
- Описание перемещения из одного события (или состояния) в другое (с определенной долей вероятности)
- Определение последствий (повышение заработной платы, расчет трудовой пенсии и т.д.)



Мотивация для применения метода микромоделирования

- Информационная революция: повышение доступности административных, традиционных и вспомогательных данных (например, данные индивидуального учета пенсионных органов, микроданные, полученные в ходе обследований, данные учета электронных переводов)
- Моделирование пенсионной системы на основе микроданных требует наличия надлежащих инструментов для:
 - (1) описания и интеграции различных источников информации
 - (2) описания правил пенсионной системы
 - (3) [возможно] компьютерного обучения на основе данных (для построения, проверки и калибровки моделей)
- Операционная совместимость: всестороннее описание данных и пенсионной системы, которое может обрабатываться компьютерами и доступно для понимания людьми
- Операционализация: микромоделирование может быть интегрировано в одну из действующих АСУ

Цели и способы применения инструмента

- Операционный мониторинг финансовых ресурсов и функционирования пенсионных фондов
- Краткосрочное бюджетное планирование и анализ долгосрочных реформ
- Оценка расходов в рамках различных программ, финансируемых из бюджета, содействие налаживанию диалога с Минфином
- Анализ чувствительности системы к различным макровоздействиям и изменениям параметров
- Оценка воздействия различных изменений на отдельных граждан
- Акцент на использовании данных индивидуального учета, исключающий необходимость сложных допущений и агрегирования данных, в процессе которых утрачивается большой объем информации

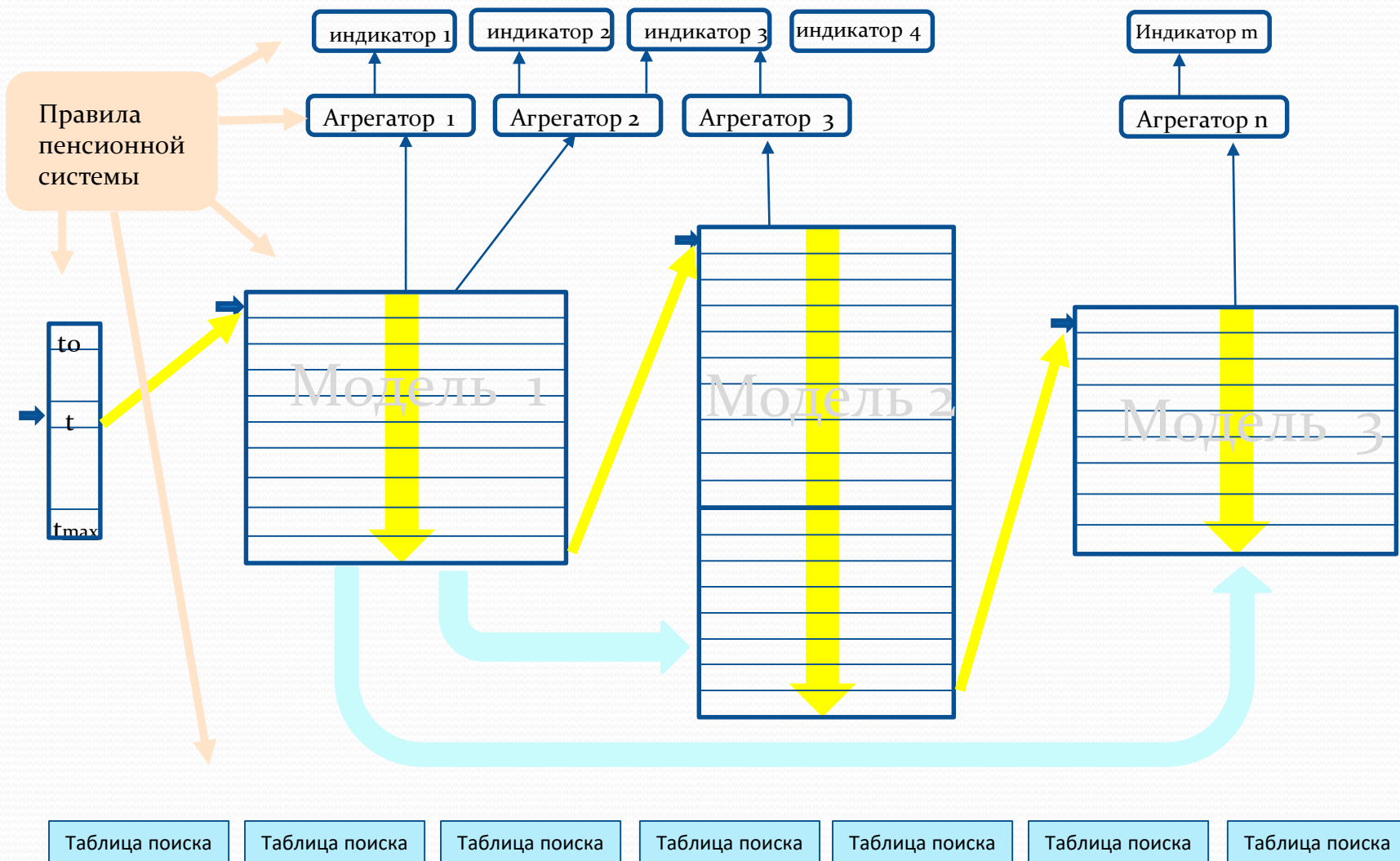
Принципы заложенные при разработке инструмента

- Существуют (i) операционная основа и (ii) гибкие и легко настраиваемые шаблоны, применимые к конкретным примерам («модели»)
- Шаблоны описывают следующие параметры:
 - Источники информации (включая возможность прямого взаимодействия с базами данных)
 - События в течение жизни и вероятность перехода между этими событиями со временем
 - Правила пенсионной системы, касающиеся выплат различных пособий
 - Описание результатов (с течением времени и в рамках когорт населения)
- Отсутствие ограничений в связи с *заранее запрограммированными* правилами
- Инструмент может использоваться как для анализа реформ, так и при выполнении регулярного бюджетного анализа при обеспечении легко задаваемой периодичности событий (например, оценки результатов на ежегодной, ежеквартальной или ежемесячной основе).

Инструмент микромоделирования

- Работает с данными **индивидуального учета** из административных баз данных, используя современные технологии и языки программирования Microsoft
- Обладает гибкостью, позволяя отразить перемены на рынках труда, изменения личных обстоятельств и параметров пенсионной программы за счет возможности запрограммировать различные **события на протяжении жизни гражданина** в каждой учетной записи
- Использует способы стохастического моделирования (метод Монте-Карло) для получения распределения результатов на основе таблиц **вероятности переходов**
- Может применяться в качестве **отдельного инструмента или в составе действующей АСУ, используемой пенсионным фондом**

Структура инструмента микромоделирования



Источники данных

- Данные индивидуального учета плательщиков, иждивенцев, домохозяйств, компаний, групп населения
- Вероятности переходов: коэффициент смертности, коэффициент рождаемости, доля вышедших на пенсию...
- Внешние параметры: Численность населения, рост ВВП, ...
- Правила пенсионной системы

RecNo	LASTPENSION	TypeOfTerminatiion	age	Status	SEQ	memberid	GENDER
0	14072.38	Early retirement	57	Alive	1	1	Male
1	14290.69	Early retirement	60	Alive	4	4	Male
2	19261.51	Normal age retirement	78	Dead	5	5	Male
3	4330.9	Full disability - Natural	46	Alive	6	6	Female
4	11875.97	Early retirement	56	Alive	9	9	Female
5	1822.16	Normal age retirement	93	Dead	10	10	Male
6	2468.18	Death - Natural	80	Dead	12	12	Male
7	18625.69	Normal age retirement	74	Alive	13	13	Male
8	1500	Normal age retirement	91	Dead	17	17	Male
9	12788	Normal age retirement	67	Alive	20	20	Male
10	3192.7	Death - Natural	76	Dead	21	21	Male
11	14097	Early retirement	55	Alive	23	23	Male
12	13288.35	Early retirement	75	Alive	26	26	Male
13	7322.51	Normal age retirement	62	Alive	28	28	Male
14	8074.22	Early retirement	58	Alive	31	31	Male
15	14919.48	Early retirement	63	Alive	32	32	Male
16	1591.25	Normal age retirement	92	Dead	35	35	Male
17	13576.79	Normal age retirement	76	Alive	36	36	Male
18	9082.26	Normal age retirement	76	Alive	37	37	Male
19	1985	Normal age retirement	64	Alive	39	39	Male
20	1500	Normal age retirement	96	Dead	40	40	Male
21	10939.19	Early retirement	56	Alive	42	42	Female
22	17535.68	Normal age retirement	63	Dead	44	44	Female

название поля ключа

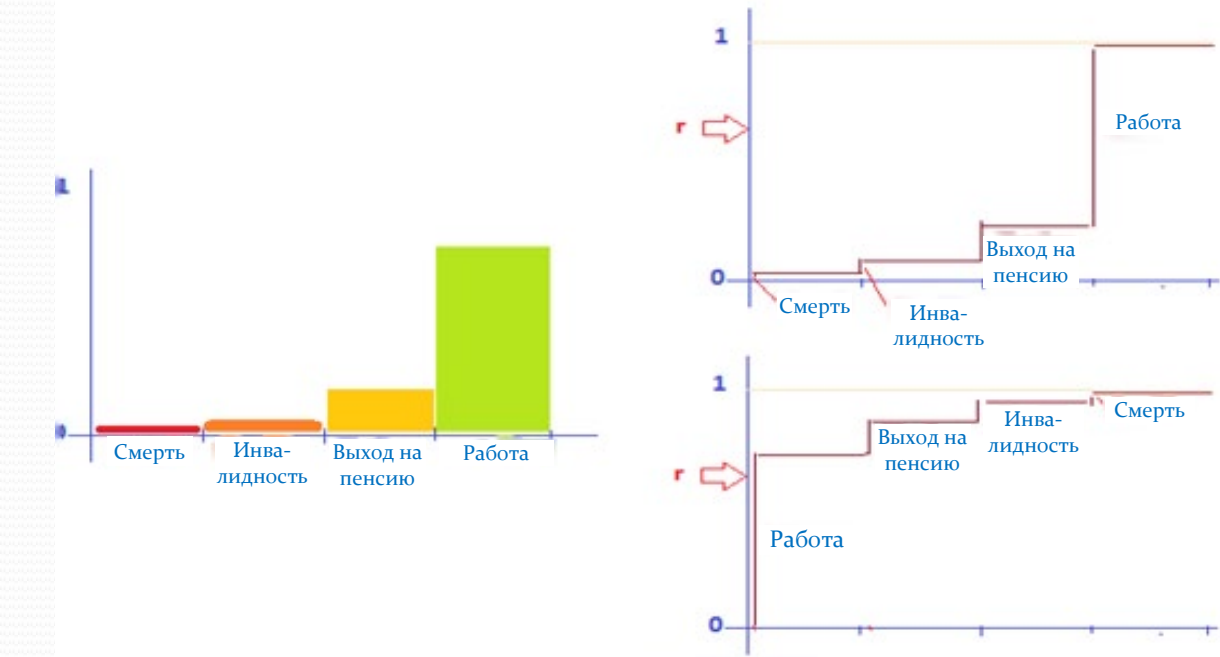
последний ключ по столбцам

	A	B	C	D	E	F	G
1	age	gender	2015	2016	2017	2018	2019
2	0	Male	302.204	306.645	312.795	318.877	322.419
3	1	Male	302.596	301.576	310.031	313.739	315.864
4	2	Male	301.535	300.944	300.399	308.603	309.729
5	3	Male	299.205	299.163	298.74	298.738	303.955
6	4	Male	295.791	296.367	296.239	296.053	296.703
7	5	Male	291.475	292.689	292.98	292.835	292.996
8	6	Male	286.442	288.377	289.044	289.117	289.068
9	7	Male	280.876	283.679	284.743	284.93	284.897
10	8	Male	274.959	278.154	280.389	280.647	280.463
11	9	Male	268.876	271.707	274.917	276.645	276.204
12	10	Male	262.832	264.814	267.948	271.234	272.559
13	11	Male	257.03	258.227	260.254	263.754	267.215

название листа → название таблицы поиска

Способ обработки вероятностей перехода

От	События			
	Работа	Выход на пенсию	Инвалидность	Смерть
Работа	85%	12%	2%	1%



Построение модели

- Модель представляет собой взаимосвязанный комплекс информации, включающий следующее:
 - Таблица данных о гражданах (дата рождения, пол, данные о трудовой деятельности и т.д.)
 - Описание событий в течение жизни (работа, выход на пенсию, инвалидность, смерть и т.д.)
 - Описание вероятностей и действий в случае переходов между событиями (вероятность перехода между событиями, и что происходит в случае наступления события)
 - Отображение изменения каждой учетной записи с течением времени
- Примеры моделей, используемых в инструменте микромоделирования
 - Модель плательщиков
 - Модель пенсионеров
 - Модель иждивенцев
- Примеры связей, которые могут быть установлены между моделями:
 - Плательщик->пенсионер
 - Плательщик->инвалид
 - Плательщик->пенсионер->иждивенцы
 - И т.д.

Что происходит при изменении статуса гражданина

К статусу

	Работающий	Безработный	Пенсионер	Инвалид	Умерший
Работающий	Рост заработной платы и уровня обслуживания	Прекращение пенсионных накоплений	Пенсия по возрасту	Пенсия по инвалидности	Пенсия по потере кормильца
Безработный	Нахождение работы, пенсионные накопления	Сохранение статуса безработного	Пенсия по возрасту	Пенсия по инвалидности	Пенсия по потере кормильца
Пенсионер	Восстановление на работе	X	Индексация пенсии	Продолжение выплаты трудовой пенсии	Пенсия по потере кормильца
Инвалид	Восстановление здоровья и возвращение к работе	X	Переход на пенсию по старости	Продолжение выплаты пенсии по инвалидности	Пенсия по потере кормильца

Движение от статуса

Работающие: повышение заработной платы, взносы в систему социального страхования

Вышедшие на пенсию по завершении трудовой деятельности: отсутствие заработной платы, пенсия по возрасту

Умершие в период работы: член(ы) семьи получает(ют) пенсию по потере кормильца

Примеры моделирования изменений в статусе гражданина

	Working	Retired	Disabled	Dead
Working	keep working	Retired from work	Disabled while working	DeadWhileWorking
Retired				
Disabled				
Dead				

Наименование события, синхронизируется при внесении в графу

keep working Продолжение работы

Отсутствие необходимости в определении вероятности, если статус остается неизменным; сохраняется вероятность наступления всех остальных событий

Операторы / Statements:

```
aggregate (WorkForce, age)
PensionableSalary=PensionableSalary*1.04
aggregate (totalPensionableSalary, PensionableSalary)
```

Retired from work Выход на пенсию Вероятность данного события

Вероятность / Probability:

```
RetirementRate (age, gender)
```

Операторы / Statements:

```
aggregateBy (theRetired, age, gender)
pensionAmount=workyears*PensionableSalary*0.025
aggregate (totalRetirementBenefit, pensionAmount)
```

Disabled while working Получение инвалидности в период работы

Вероятность / Probability:

```
DisableRate (age, gender)
```

Операторы / Statements:

```
aggregate (theDisabled, age)
disableBenefit=workyears*PensionableSalary*0.025*2/3
aggregate (totalDisableBenefit, disableBenefit)
```

Добавить возраст к агрегатору «Инвалиды»

DeadWhileWorking Смерть в период работы

Вероятность / Probability:

```
mortalityrate (age, gender, year)
```

Операторы / Statements:

```
aggregate (thePassed, age)
delete ()
```

данная запись будет отмечена как удалённая и будет удалена без возможности восстановления по завершении цикла

Агрегатор отслеживает все изменения, произошедшие в каждый временной период

- Для каждого года он обобщает следующие функции:
 - **Численность** (работающих, вышедших на пенсию и т.д.)
 - **Сумма** (фонд заработной платы, пенсионные расходы и т.д.)
 - **Минимальные и максимальные значения**
 - **Среднее и стандартное отклонение**
 - **Коэффициент асимметрии**: «насколько смещено распределение?»
 - **Численность по категориям**: доля людей по каждой категории
 - **Процентиль**: «какой уровень доходов у 30% населения?»
 - Прочее
- После проведения моделирования для каждого периода времени значения сохраняются в функциях «последний подсчет» **LastCount** (или «последняя сумма» **LastSum...**) с тем, чтобы их можно было использовать при работе с другим периодом времени.
- Агрегирование может также проводиться на основе любой категориальной переменной, например, по возрастным группам, по полу, уровням пенсионных выплат, уровням заработной платы и т.д.



Индикаторы результатов

- Индикаторы определяются пользователями
- Примеры определений индикаторов на основе агрегаторов:
 - «Суммарный фонд заработной платы»: `Sum(AllSalaries)`
 - «Соотношение полов»: `Count(newBornBoys)/Count(newBornGirls)`
 - «Лица, получающие менее \$ 5000»: `HeadCount(AllSalaries, 5000)`
 - «Общий бюджет для повышения прожиточного минимума»: `Sum(AllTopups)`
 - «Количество пенсионеров с доходами ниже прожиточного минимума»: `HeadCount(AllPensions, $1,434)`
 - Средний размер пенсии: `Mean(AllPensions)`
- Индикаторы могут также показывать отдельные распределения внутри одной и той же когорты в течение данного года. Например, для построения распределения пенсионеров по уровню пенсий потребуются две позиции:
`Aggregateby(BreakDown,Pension,PensionLevels)`
`Count(BreakDown, '$1434 to $2000')`

Применяемые языки и навыки, необходимые для использования инструмента

- Основная часть инструмента программируется на языке C#, а для описания шаблонов используется JSON (текстовый формат обмена данными на языке JavaScript).
- Для применения инструмента аналитику необязательно обладать навыками программирования на языке C#.
- Шаблон JSON определяется для одного из конкретных приложений (прогноз пенсионных расходов, прогнозы пенсионных вкладов или налоговых поступлений и т.д.), поэтому нет необходимости в написании дополнительного кода JSON, так что для выполнения работы, возможно, не потребуются наличие сложных технических навыков.
- Тем не менее, понимание JSON может оказаться полезным при изменении вводных параметров.

JSON

- **JSON** (текстовый формат обмена данными основанный на языке JavaScript) представляет собой облегченный формат обмена данными открытого стандарта, в котором при передаче информационных объектов используется удобный для понимания человеком текст. **JSON** формат также является удобным для компьютерного создания и обработки данных (<https://www.json.org/>)
- **JSON** часто используется для передачи данных с сервера на интернет-страницу.

Как может помочь Всемирный банк

- Глубокое практическое обучение способам использования инструмента
- Установка и помощь в настройке соединения с существующими базами данных отдельных типов записей (или хранилищами данных)
- Подготовка и очистка записей в базах данных по необходимости; исходное описание системы
- Расчёт необходимых дополнительных статистических массивов данных (например, вероятности переходов)
- Разработка исходного основного набора моделей/шаблонов для решения определенных задач (планирование бюджета, моделирование изменений в основном проекте, анализ чувствительности к различным макроизменениям и т.д.)
- Дистанционный анализ изменений в шаблонах и подготовка новых шаблонов

Спасибо!