

# Использование непараметрического подхода для моделирование матриц миграций качества

# Рейтинги заемщиков, категории качества, матрица миграций

Портфель банка делится на категории качества:

- 1 категория качества (**стандартные ссуды**, без просроченный платеже)
- 2 категория качества (**нестандартные ссуды**, 1 – 30 просроченных дней)
- 3 категория качества (**сомнительные ссуды**, 31 – 60 просроченных дней)
- 4 категория качества (**сомнительные ссуды**, 61 – 90 просроченных дней)
- 5 категория качества (**проблемные ссуды**, 91 – 120 просроченных дней)
- 6 категория качества (**проблемные ссуды**, 121 – 150 просроченных дней)
- 7 категория качества (**проблемные ссуды**, 151 – 180 просроченных дней)
- 8 категория качества (**безнадежные ссуды**, более 180 дней просроченных дней)

**Q:** Почему важны категории качества?

**A:** Для расчета достаточности капитала. Чем больше в портфеле ссуд с лучшей категория качества, тем менее рискованный банк и тем меньшее количество капитала нужно банку для покрытия возможных потерь.

**E:** Банк, бизнес которого сконцентрирован на ипотеке, в случае непредвиденных портфель несет меньшее количество убытков (нуждается в меньшем количестве капитала), чем банк, бизнес которого сконцентрирован на потребительских кредитах.

**Важно знать!** Ссуда может менять качество с течение времени, т.е. мигрировать из одной категории качества в другую, как в лучшую, так и в худшую. Такую динамику можно описать матрицей, которая называется матрицей миграций.

$P_{11}$	$P_{12}$						
$P_{21}$	$P_{22}$	$P_{23}$					
$P_{31}$	$P_{32}$	$P_{33}$	$P_{34}$				
$P_{41}$	$P_{42}$	$P_{43}$	$P_{44}$	$P_{45}$			
$P_{51}$	$P_{52}$	$P_{53}$	$P_{54}$	$P_{55}$	$P_{56}$		
$P_{61}$	$P_{62}$	$P_{63}$	$P_{64}$	$P_{65}$	$P_{66}$	$P_{67}$	
$P_{71}$	$P_{72}$	$P_{73}$	$P_{74}$	$P_{75}$	$P_{76}$	$P_{77}$	$P_{78}$
$P_{81}$	$P_{82}$	$P_{83}$	$P_{84}$	$P_{85}$	$P_{86}$	$P_{87}$	$P_{88}$

Красные элементы матрицы миграций означают ухудшение категории качества, т.е. переход в более высокую группу. Чем выше красные элементы, тем более рискованный продукт банка/банк рассматривается. Например, красные элементы для автокредитов меньше, чем для потребительских кредитов, но выше, чем для ипотечных продуктов.

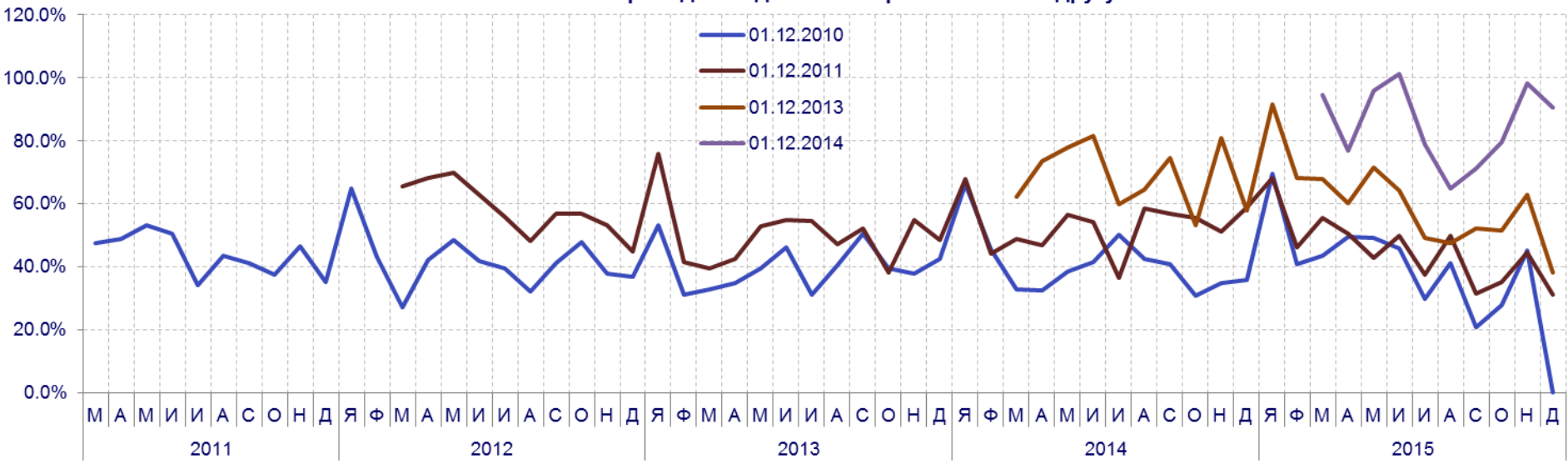
**Q:** Зачем знать матрицу миграций?

1. Для определения достаточности капитала в момент времени  $t+n$ .
2. Для определение вероятности дефолта после выдачи ссуды (не равна вероятности дефолта по скоринговой карте)
3. Для анализа поведения портфеля
4. Для расчета EROA, ROA и т.д.

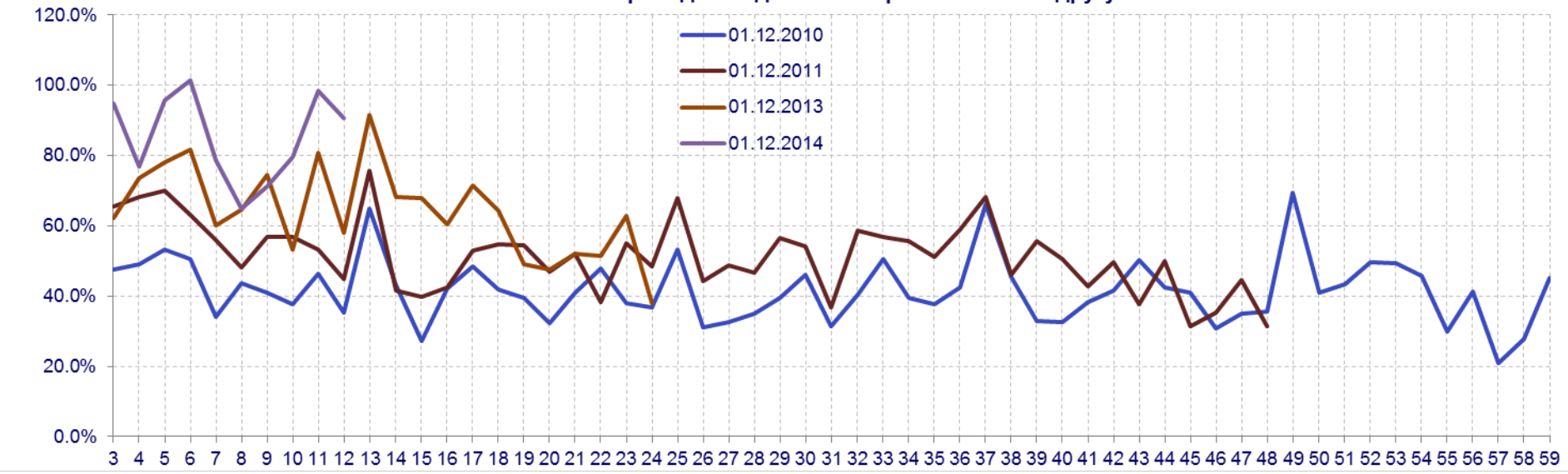
# Требования к структуре данных

Каждое поколение выдачи кредита должно быть представлено в двойном временном измерении (Dual time dynamic): возраст и календарная дата.

**Фактические значения перехода из одной категории качества в другую**

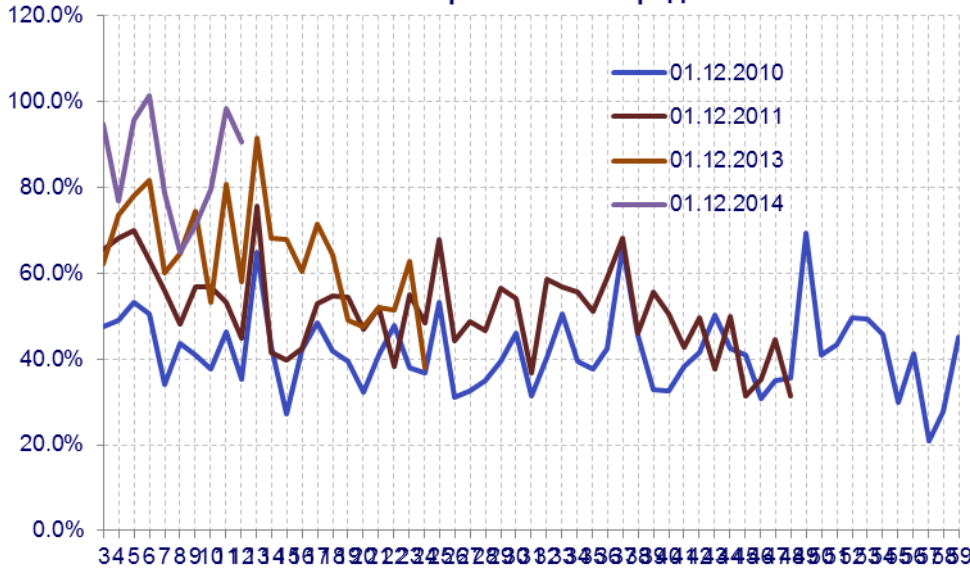


**Фактические значения перехода из одной категории качества в другую**



# Подход к моделированию матриц миграций

Оригинальный ряд



Весь кредитный портфель банка декомпозируется на три основные составляющие:

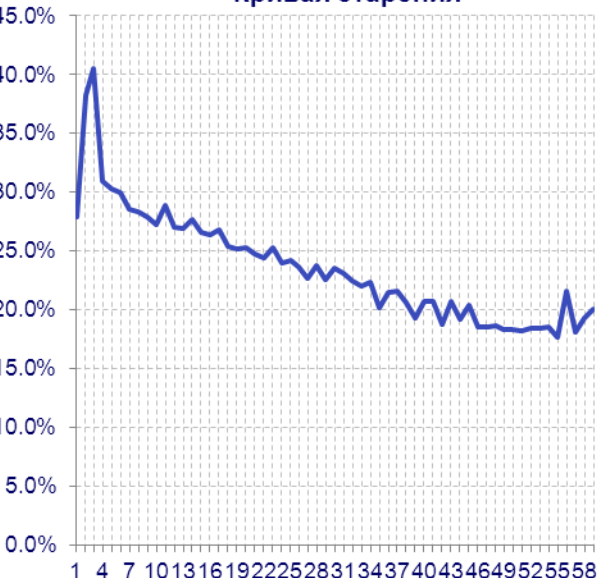
- Старение портфеля (функция, зависящая от возраста)
- Экзогенное влияние (функция, зависящая от календарной (отчетной) даты)
- Индивидуальные характеристики поколения (качество)

На математическом языке:

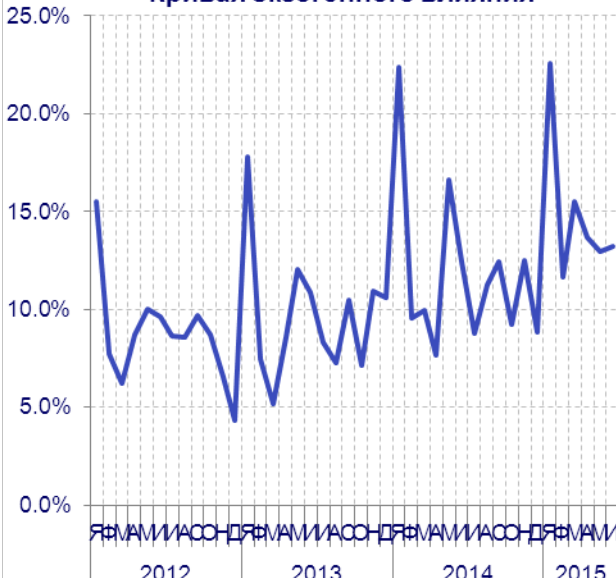
$$g(P_{ij}) = f_{1ij}(age) + f_{2ij}(generation) + f_{3ij}(date)$$

Инструментом для моделирования является Vector Generalized Additive model.

Кривая старения



Кривая экзогенного влияния

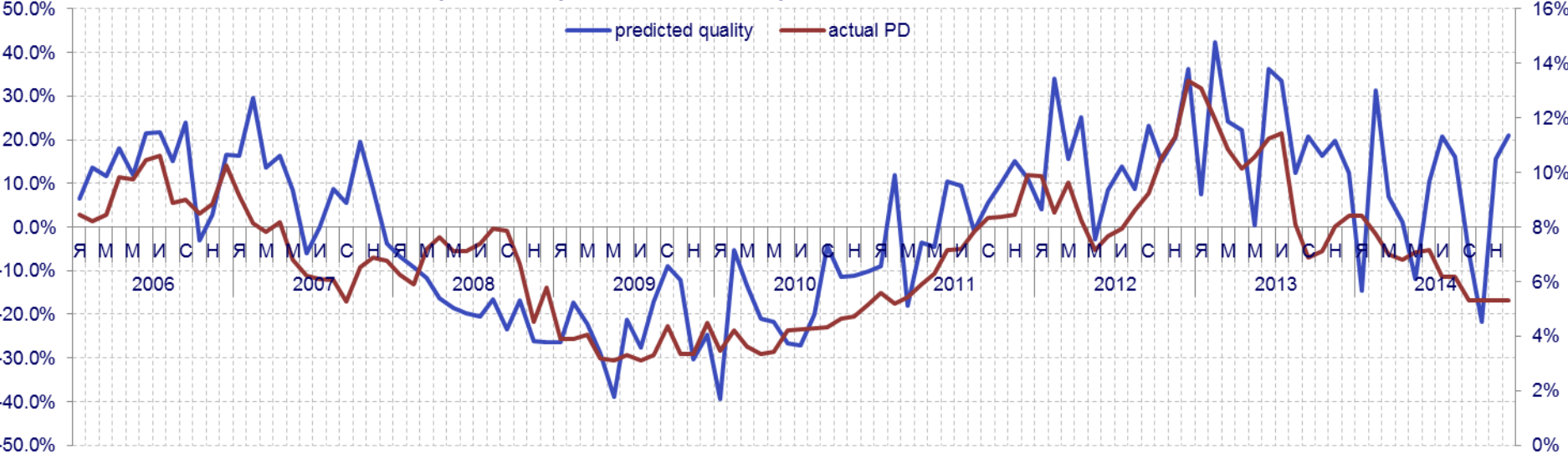


Кривая индивидуальных характеристик поколения

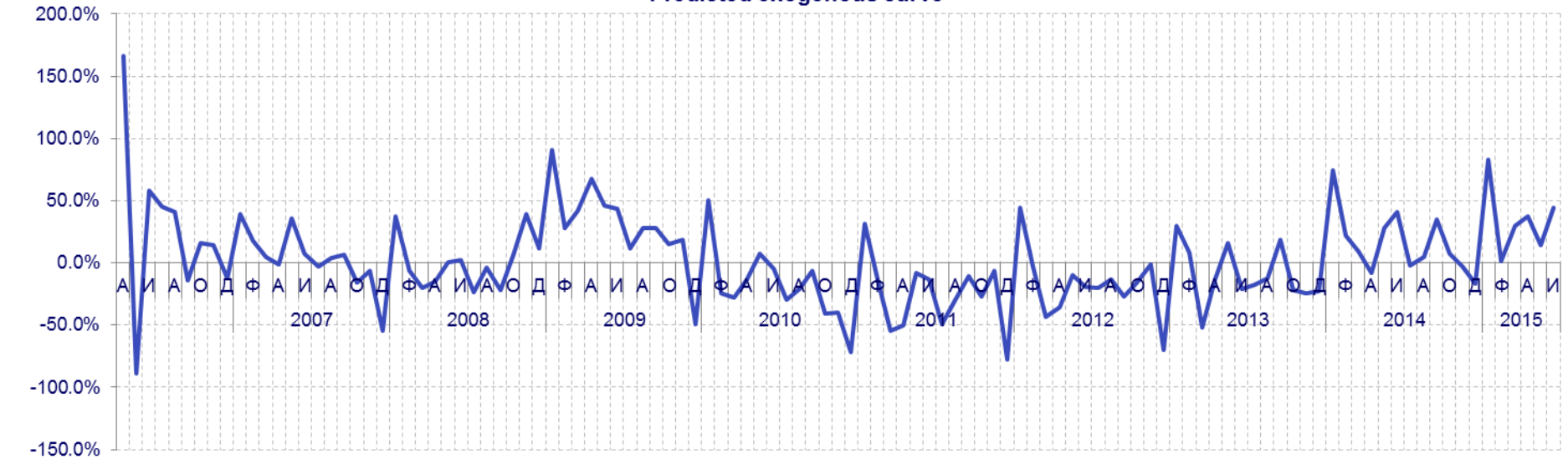


# Факторы, полученные при моделировании

## Сравнение фактического PD и кривой качества

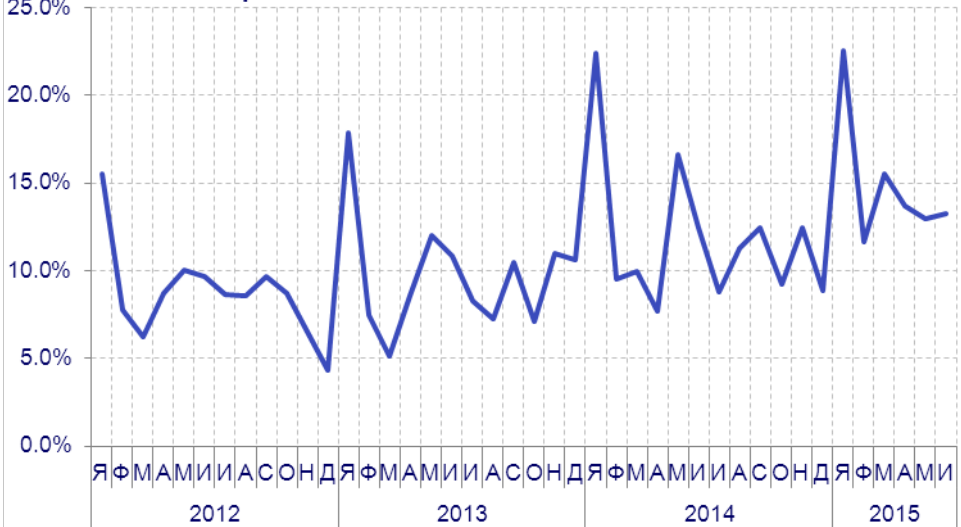


## Predicted exogenous curve



# Моделирование кривой экзогенного влияния

### Кривая экзогенного влияния

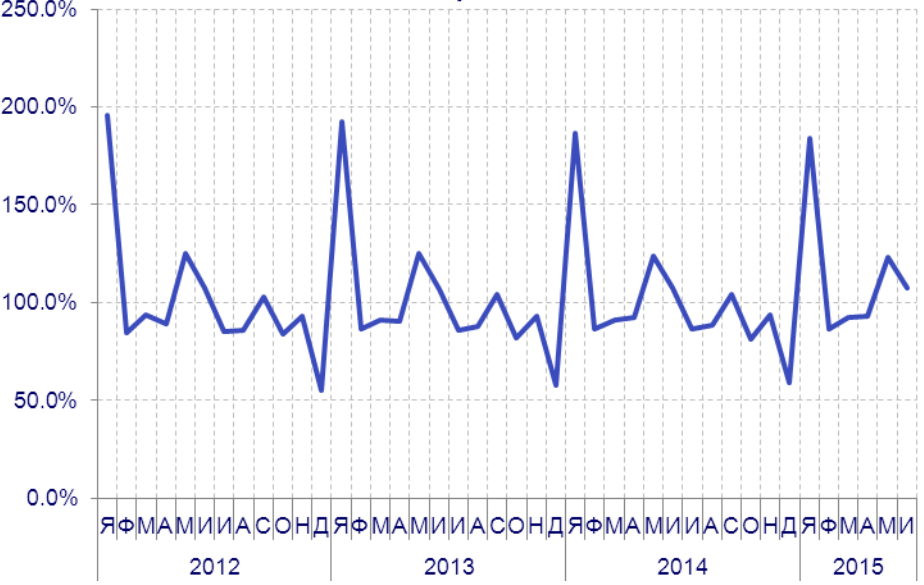


Кривая экзогенного влияния декомпозируется на две составляющие:

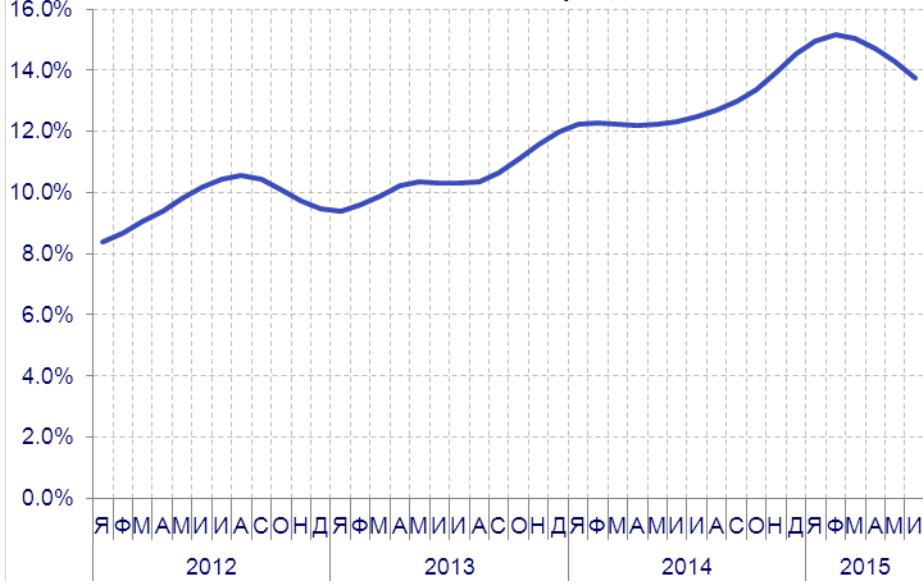
- Сезонный фактор
- Фактор тренда

Затем фактор тренда моделируется с помощью реальных макроэкономических переменных.

### Фактор сезонности

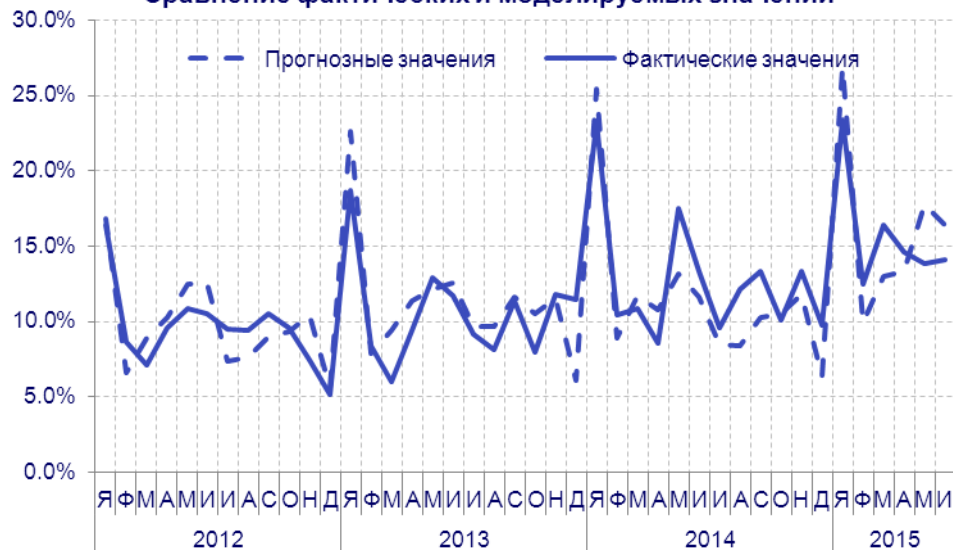


### Компонента тренда



# Выбор макроэкономических переменных для моделирования компоненты тренда

Сравнение фактических и моделируемых значений



Наилучшими переменными для моделирования кривой экзогенных факторов оказались:

- Прирост безработицы с лагом 2 месяца
  - Прирост инвестиций в основной капитал с лагом 2 месяца
  - Прирост реальных доходов населения с лагом в 1 месяц
- Значения  $R^2$  для регрессии оказались равным 76%, что свидетельствует о хорошей подгонке данных. Также знаки коэффициентов уравнения регрессии имеют ожидаемый знак:
- Рост безработицы положительно влияет на увеличение просроченной задолженности
  - Рост инвестиций в основной капитал отрицательно влияет на рост просроченной задолженности (рост инвестиций в основной капитал является индикатором оживления экономики, поэтому его рост положительно влияет на текущую экономическую ситуацию и отрицательно на просроченную задолженность)
  - Рост реальных доходов населения отрицательно влияет на рост просроченной задолженности

Об адекватности модели также свидетельствует значимость всех переменных на 10% уровне значимости.

	Коэффициенты	Значимость
Константа	0.111	***
Безработица (-2)	0.021	***
Инвестиции в основной капитал (-2)	- 0.010	***
Реальные доходы населения (-1)	- 0.001	*

\*\*\* 1%, \*\* 5%, \* 10%

# Использование

## Для регулятора:

- Легкость надзора за кредитными рисками. Зная только матрицу миграций конкретного банка ЦБ получает исчерпывающую информацию о:
  - Качестве кредитного портфеля
  - Макро-факторах, которые влияют на кредитный портфель
- Легкость проведения стресс-тестирования кредитных рисков банковской системы.

## Для банка:

- Продвинутая аналитика кредитного портфеля
- Оперативное управление кредитными рисками, за счет выделения факторов, влияющих на кредитный портфель. Например:
  - Оперативное ужесточение скоринговой карты при неблагоприятном макроэкономическом влиянии
  - В случае непредвиденного снижения качества (при сохранении скоринговой карты) проведение реструктуризации.
- Контроль за процентным риском.



# Case 1. Сценарное моделирование кредитного риска

**Кредитный риск** – риск получения Банком убытков в результате неблагоприятного поведения ссуд. Мерой кредитного риска являются резервы на возможные потери. Для расчета резерва используется следующая формула:

$$EL_t = \sum_i EAD_{ti} * PD_{ti} * LGD_{ti}$$

*i* - категория качества  
*t* - момент времени

*Остаток задолженности (EAD)* – требования под риском дефолта  
*Вероятность дефолта (PD)* – вероятность переходы из текущей категории качества в дефолтную категорию качества.  
*LGD (1 - Коэффициент возврата)* – доля потерь в случае дефолта, которая зависит от обеспечения и прочих факторов

$P_{11}$	$P_{12}$						
$P_{21}$	$P_{22}$	$P_{23}$					
$P_{31}$	$P_{32}$	$P_{33}$	$P_{34}$				
$P_{41}$	$P_{42}$	$P_{43}$	$P_{44}$	$P_{45}$			
$P_{51}$	$P_{52}$	$P_{53}$	$P_{54}$	$P_{55}$	$P_{56}$		
$P_{61}$	$P_{62}$	$P_{63}$	$P_{64}$	$P_{65}$	$P_{66}$	$P_{67}$	
$P_{71}$	$P_{72}$	$P_{73}$	$P_{74}$	$P_{75}$	$P_{76}$	$P_{77}$	$P_{78}$
$P_{81}$	$P_{82}$	$P_{83}$	$P_{84}$	$P_{85}$	$P_{86}$	$P_{87}$	$P_{88}$

Для расчета *EAD* нужно умножить  $EAD_{t-1}$  на матрицу миграций.  
 Для расчета  $PD_i$  д нужно умножить все диагональные элементы, начиная с категории *i*.

При изменении экзогенной кривой (предпосылки поведения макрофакторов) и кривой качества будет изменяться матрица миграций. Таким образом, можно получить различные сценарии поведения кредитного риска

# Case 2. Сценарное моделирование процентного риска

**Процентный риск** – риск получения Банком убытков в результате неблагоприятного изменения ставок. Процентный риск может быть обусловлен несовпадением сроков востребования (погашения) по активам и пассивам Банка, а также разной динамикой изменения процентных ставок по активам и пассивам. **Наличие процентного риска** по банковской книге вызвано концентрацией большей части активов (кредитов) на сроках до 2-х лет и практическим отсутствием длинных пассивов (депозитов) (более 3-х лет), а также сложностью их получения в достаточном количестве.

Из матрицы миграции категории качества можно получить матрицу миграций сроков до погашения добавив категорию «гашение», которая используется для оценки процентных рисков

	0-30d	31-90d	91-180d	181d-1Y	1Y-2Y	2Y-3Y	3Y-4Y	4Y-5Y	5Y-6Y	6Y-7Y	7Y-10Y	over 10Y
0-30d												
31-90d												
91-180d												
181d-1Y												
1Y-2Y												
2Y-3Y												
3Y-4Y												
4Y-5Y												
5Y-6Y												
6Y-7Y												
7Y-10Y												
over 10Y												

Для расчета процентного риска матрица погашения применяется к структуре активов и пассивов банка.

Изменяя экзогенную кривую (предпосылки поведения макрофакторов) и кривую качества можно получить различные сценарии поведения кредитного риска