

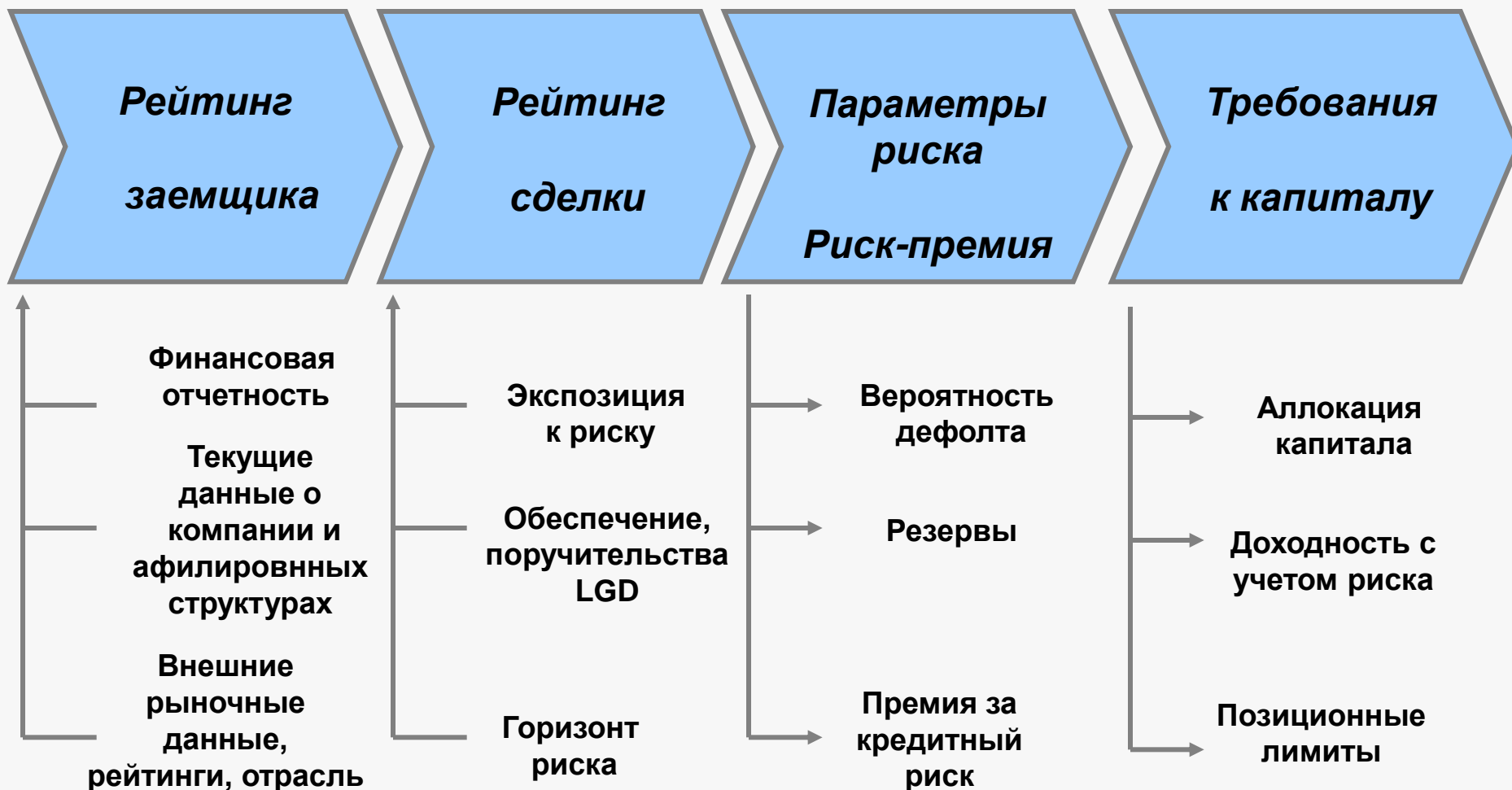
Low-default IRB model calibration with genetic algorithms

Верификация рейтинговой модели в условиях недостаточной статистики дефолтов с применением генетических алгоритмов

Михаил Помазанов

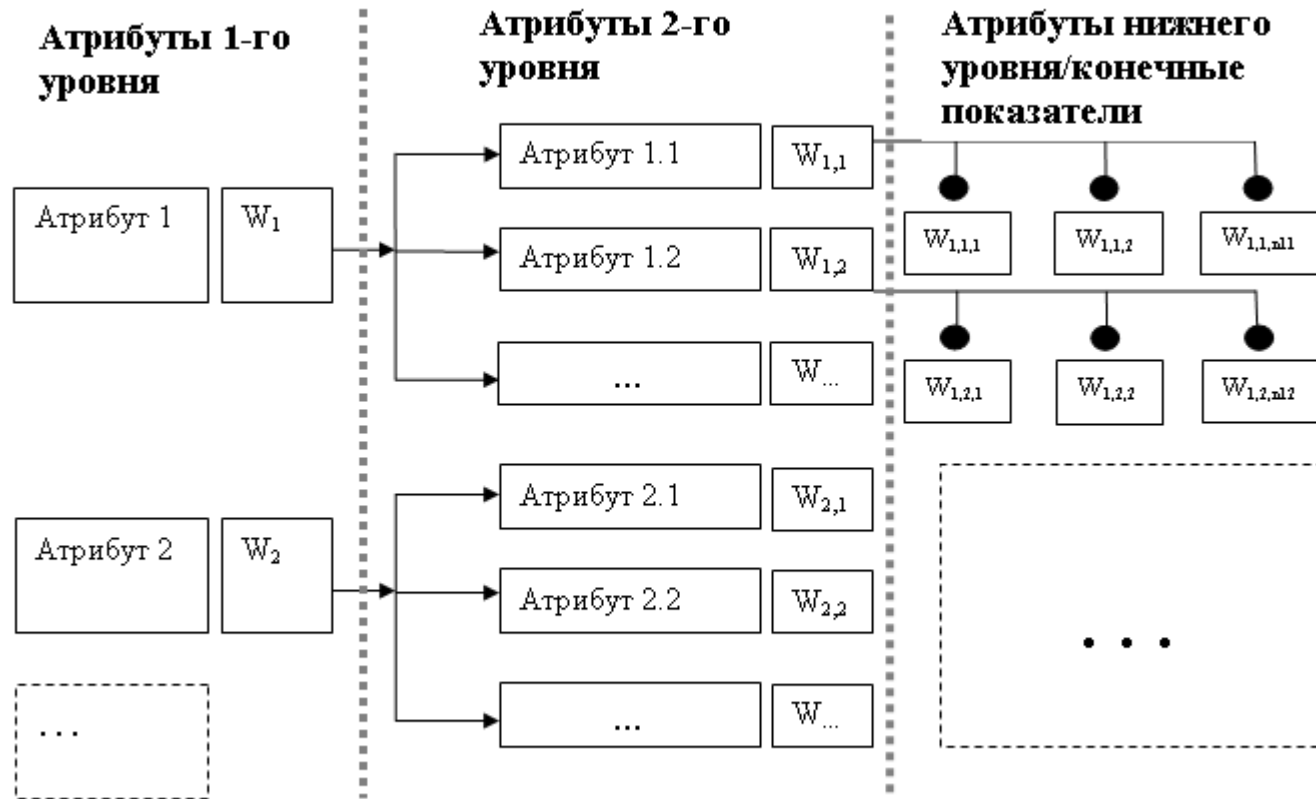
*Зам. нач. Управления кредитными рисками, ОАО "Банк Зенит"
Генеральный директор, ООО Риск Рейтинг Групп
Вице-Президент Русского общества
управления рисками «Русриск»
Доцент ГУ-ВШЭ
К.ф. -м.н.*

IRB - действия



Системный подход к построению внутренних рейтингов

- Унификация технологии построения рейтинговой системы



Многоуровневая схема модели рейтинга с весами

Пример отбора доминирующих финансовых показателей

Компания Moody's KMV – разработчик системы оценки кредитного риска RiskCalc™ – рекомендует^[1], чтобы показатели, входящие в состав рейтинга, характеризовали финансовое состояние компании по следующим характеристикам:

Рейтинговый совокупный показатель	Расшифровка показателя
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	<ul style="list-style-type: none">■ Запасы / выручка■ Изменение оборачиваемости дебиторской задолженности■ Текущие обязательства / выручка
ЛЕВЕРИДЖ	<ul style="list-style-type: none">■ Коэффициент леввериджа■ Нераспределенная прибыль / текущие обязательства
ПРИБЫЛЬНОСТЬ	<ul style="list-style-type: none">■ Доходность активов (ROA)
РАЗМЕР	<ul style="list-style-type: none">■ Совокупные активы
ПОКРЫТИЕ ЗАДОЛЖЕННОСТИ	<ul style="list-style-type: none">■ Денежный поток / процентные расходы■ Изменение ROA
ЛИКВИДНОСТЬ	<ul style="list-style-type: none">■ Деньги и ценные бумаги / активы
РОСТ	<ul style="list-style-type: none">■ Рост выручки

[1] The Moody's KMV EDF™ RiskCalc™ v3.1 Model Next-Generation Technology for Predicting Private Firm Credit Risk.

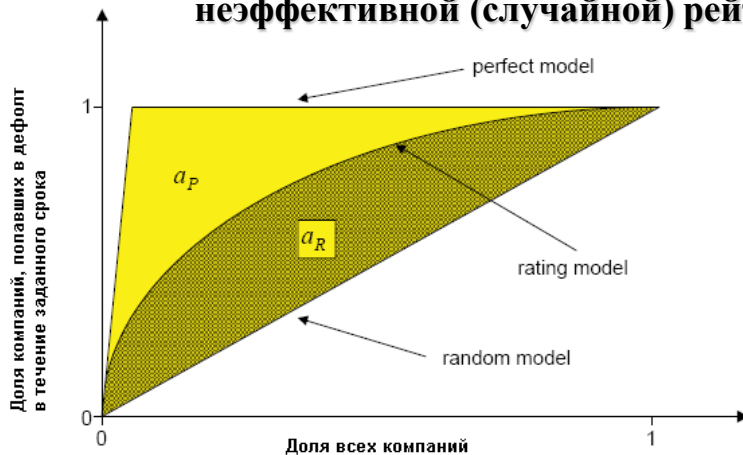
Значимость и верификация компонент и самой IRB

Цель рейтинговой системы однозначно разделить клиентов на потенциально **проблемных** и **добросовестных**

Отклонить!

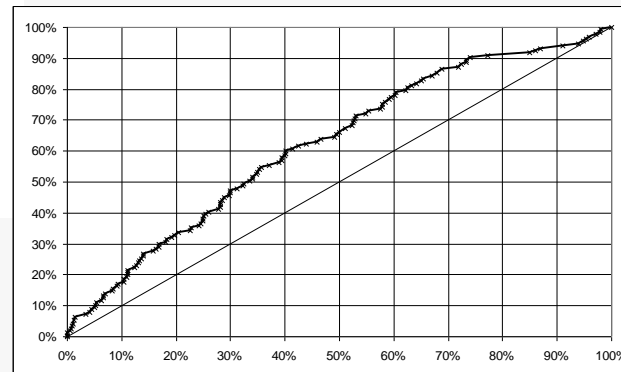
Принять!

ROC-кривые идеальной (perfect), стандартной и неэффективной (случайной) рейтинговых систем.



Показатель AR
(Accuracy Ratio,
Gini коэффициент)

$$AR = a_R / a_P$$



Пример:

Верификация
рейтинговой
модели среднего
качества

Критерии допуска IRB системы в бизнес-процесс

Критерий: Валидность и устойчивость мощности рейтинговой системы

Интервал AR	Качество модели
80% и выше	Отличное
60-80%	Очень хорошее
40-60%	Хорошее
20-40%	Среднее
20% и ниже	Неудовлетворительное

Рейтинг позволяет «автоматически» принимать решение

Рейтинг является основным аргументом в решении

Рейтинг рассматривается как справочный

Рейтинг не рассматривается

Горизонт 1 год	
Rating Model	AR
Moody's Rating Global	83-94%
Fitch Global Corporate Finance Ratings	87%
S&P Rating Global	88%
Moody's KMV RiskCalc v3.1	57.0%
Moody's KMV RiskCalc v1.0	49.5%
Private Firm Model	46.1%
Altman Z-score	42.3%

Повышение эффективности оценки рисков

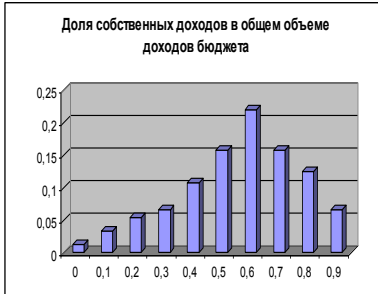
- введение нескольких горизонтов рейтингования (краткосрочный, долгосрочный)
- обоснованный выбор риск-доминирующих факторов
- регулярная верификация и калибровка по текущим историческим данным внутренним и внешним
- оперативная фиксация данных мониторинга в рейтинге
- унификация требований к учету параметров, повышение качества данных
- обеспечение подразделений высокоэффективными инструментами рейтингования, требований к качеству и полноте информации

Цель: повысить качество внутренних рейтингов

- 50% корпоративные
- 60% банки
- 70% ритейл с учетом инф. Бюро кредитных историй

Априорный анализ показателей

Распределение значений показателя



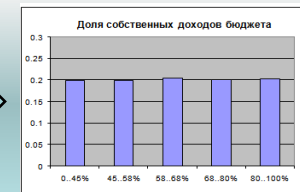
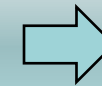
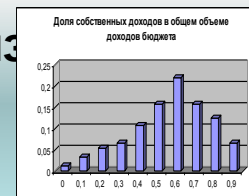
Корреляция

	FR1	FR2	FR3	FR4	FR5	FR6	FR7	FR8	FR9	FR10
FR1	100%									
FR2	-12%	100%								
FR3	-37%	38%	100%							
FR4	-15%	-2%	-12%	100%						
FR5	-6%	-50%	-17%	14%	100%					
FR6	21%	-10%	-35%	-5%	-2%	100%				
FR7	-27%	33%	46%	6%	-29%	-27%	100%			
FR8	3%	-32%	-34%	0%	22%	34%	-40%	100%		
FR9	-7%	56%	42%	16%	-5%	-21%	5%	-30%	100%	
FR10	-24%	42%	46%	19%	-5%	-20%	22%	-28%	75%	100%

Дискриминирующая сила относительно benchmark

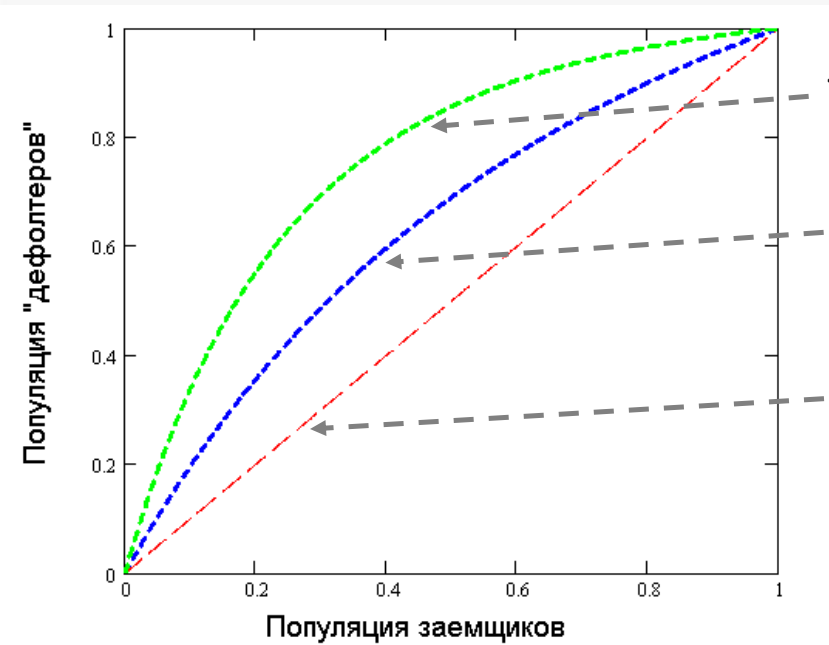
Показатель	Кэф. Кендалла
FR1	0,359
FR2	0,689
FR3	0,471
FR4	0,109
FR5	0,191
FR6	0,252
FR7	0,335
FR8	0,328
FR9	0,486

Шкалы принятия решений выбираются из расчета равномерного распределения наблюдений по интервалам

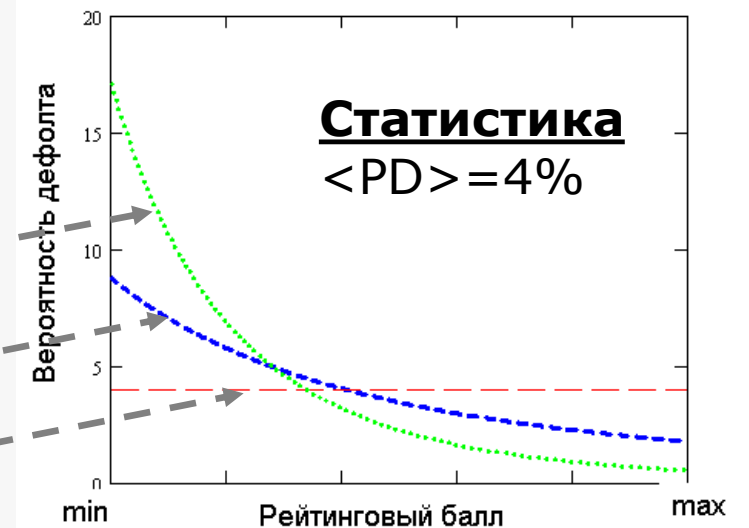


При построении шкал принятия решений делается экспертное предположение о **МОНОТОННОСТИ** показателей относительно вероятности дефолта

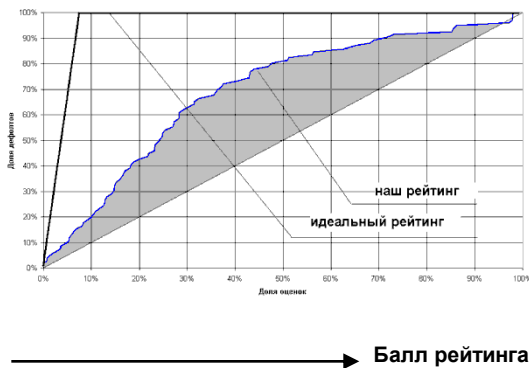
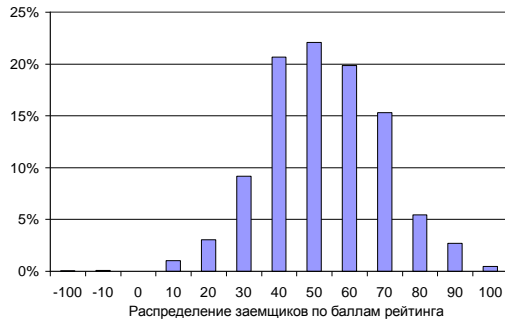
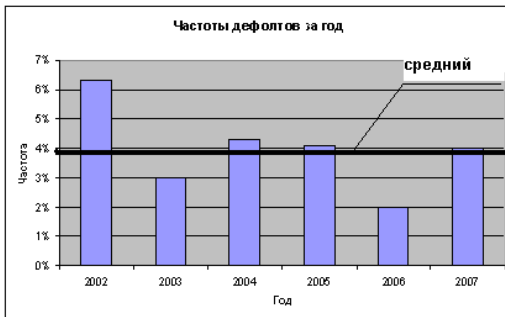
Сравнение IRB и мощности «отбора»



«Рабочая» IRB
«Слабый» отбор
Нет разделения AR=0



Принципы калибровки на исторической базе дефолтов



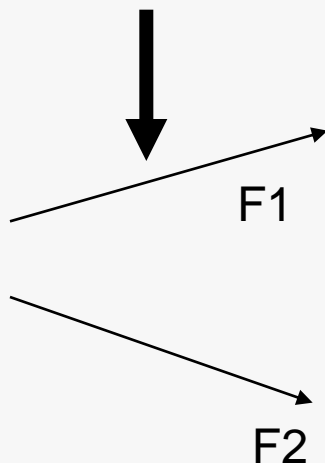
▪ Среднегодовая историческая частота дефолтов

Усредненная вероятность дефолта по всем рейтинговым баллам с учетом параметров логистической модели

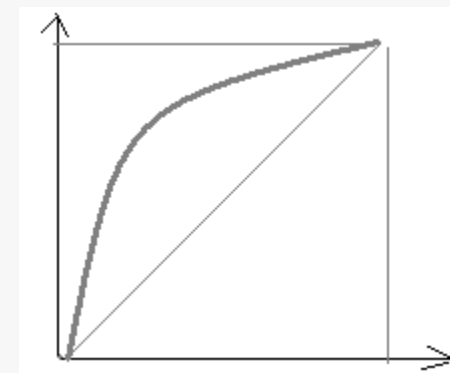
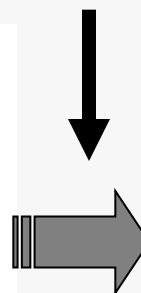
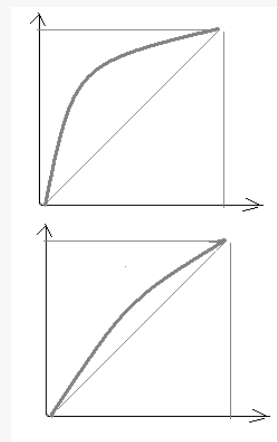
1 способ

Оценка риск-доминирующих факторов на разных исторических периодах

Статистика дефолтов



веса



Итоговая ROC max

2 способ

Low-Default Portfolio

Компании на разных исторических периодах

Оценка рынком, экспертами, агентствами



Рейтинги, зависящие от весов, факторов

сопоставление оценок

$a_{ij}=1$ если ранг заемщика i больше или равен ранга заемщика j
 $a_{ij}=-1$ если ранг заемщика i ниже ранга заемщика j
 $a_{ij}=0$ для всех диагональных элементов матрицы

$$T_x = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} b_{ij}}{n(n-1)} \longrightarrow \max$$

Усиленный коэффициент Кендала max

Проблематика: Low Default Portfolio

Основные причины:

- ✓ Недостаточная статистика заемщиков в секторе
- ✓ Низкая вероятность дефолта для конкретной группы компаний
- ✓ Банк еще не накопил достаточной статистической базы дефолтов для данной отраслево-целевой группы

Примеры секторов с недостаточной статистикой дефолтов

❖ Страны

❖ Региональные и местные органы власти

❖ Страховые компании

❖ Специализированные портфели:

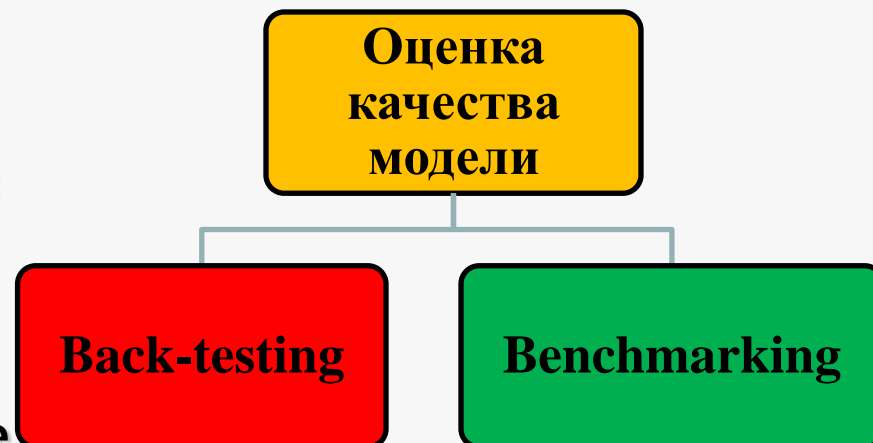
- Судоходство
- Аэропорты и т. п.

❖ Эмитенты облигаций

Классические методы валидации и настройки модели на основе back-testing в данной ситуации неприменимы

В таком случае валидация модели может быть проведена путем сравнения внутренних рейтингов с внешними прокси кредитного риска:

- внешними рейтингами
- спредами на облигации
- информацией, полученной из анализа рыночных цен на кредитные производные
- внутренние экспертные рейтинги



Обычно, в случае Low Default Portfolio, банки прибегают к построению моделей на основе экспертных оценок значимости показателей и весов



Настройка рейтинговой системы в условиях Low Default Portfolio

Общепризнанного подхода к построению и оптимальной настройке рейтинговых моделей в условиях LDP

не существует

Предлагается подход к оптимальной настройке рейтинговой системы, сочетающий в себе как экспертные оценки, так и статистические методы и техники оптимизации

Подход основан на идее бенчмаркинга, а также последних разработках в области решения оптимизационных задач, а именно Генетических Алгоритмах

Выбор оптимальных весов показателей

$$\text{Рейтинговый балл} = \sum \text{Вес}_i * FR_i$$

Задача: путем вариации параметров модели добиться максимальной степени «близости» внутреннего рейтинга и внешних прокси кредитного риска

Прокси кредитного риска

- рейтинги международных рейтинговых агентств Standard&Poor's, Moody's, Fitch

Критерии тесноты связи

- коэффициент Кенделла
- коэффициент согласия Коэна

Механизм оптимизации

- Генетический алгоритм

Критерий Кенделла

- ✓ Определяет степень **относительной упорядоченности** двух ранговых величин
- ✓ Работает даже в случае когда две ранговые величины имеют **разную** размерность
- ✓ Строятся 2 матрицы ($n \times n$).
 - $a_{ij} = 1$ – ранг заемщика i больше либо равен рангу заемщика j
 - $a_{ij} = -1$ – в противном случае
 - $a_{ij} = 0$ – для диагональных элементов

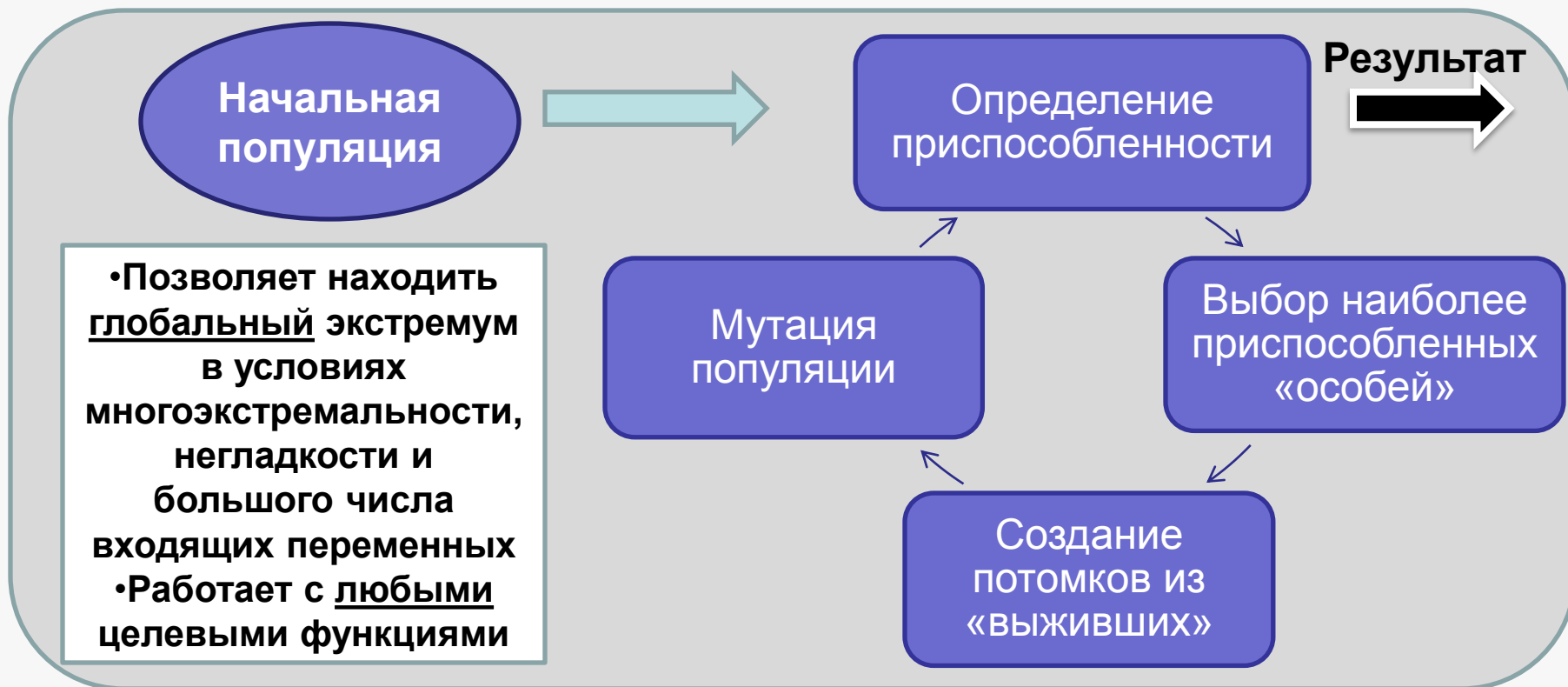
$$T_x = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} * b_{ij}}{n(n-1)} \quad T_x \in [-1, 1]$$

Критерий согласия Коэна

- ✓ Весовая модификация **коэффициента Коэна** определяет степень согласованности двух ранговых величин
- ✓ Может применяться лишь в том случае, если ранговые величины имеют **одинаковую шкалу измерения**
- ✓ Позволяет оценить качество калибровки модели

Оптимизация весов показателей

Сопоставляем рейтинги, «подкручивая» веса показателей, до максимального совпадения с внешним рейтингом с точки зрения целевого функционала



Целевой функционал («приспособленность»):

- ✓ коэффициент Кендалла
- ✓ коэффициент согласия Козна

Калибровка рейтинговой системы

Калибровка
рейтингового балла

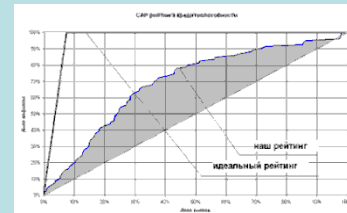
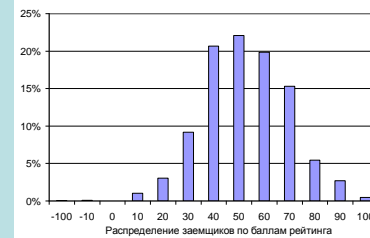
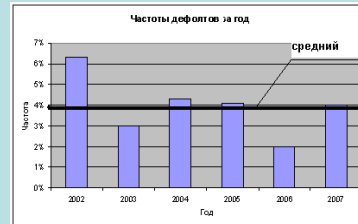
$$PD = \text{Logit}_{A,B}(R)$$

R –рейтинговый балл

A – коэффициент
наклона

B – коэффициент фона

Входные параметры

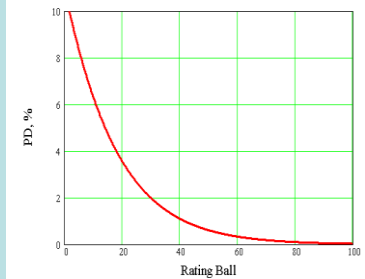


Средняя
частота
дефолтов

Распределение
рейтингового
балла

Ожидаемое
AR

Вероятность дефолта



Рейтинговая группа	Вероятность дефолта	Нижняя граница балла рейтинга	Верхняя граница балла рейтинга
A и выше	0,07%	82,8	И выше
A-	0,10%	77,1	82,8
BВВ+	0,14%	71,3	77,1
BВВ	0,20%	64,8	71,3
BВВ-	0,30%	57,0	64,8
BВ+	0,50%	47,6	57,0
BВ	0,90%	38,5	47,6
BВ-	1,50%	29,9	38,5
B+	2,50%	20,3	29,9
B	4,50%	10,9	20,3
B-	7,50%	2,2	10,9
ССС+и ниже	11,91%	Ниже 2,2	2,2

**Рейтинговая система
настраивается на соответствие PD
настраиваемой системы и внешних
прокси PD**

Модель оценки кредитного рейтинга региональных и местных органов власти РФ

❖ Модель в условиях
Low Default Portfolio

❖ На основе годовых данных
из **открытых** источников

❖ Исследуемый период
2007-2010

❖ В качестве **бенчмарка**
использовались рейтинги
Standard&Poor's

❖ Всего **83** субъекта РФ, из них
16-19 рейтинговались S&P в
период 2007-2010

Финансовые отношения

FR1: Отношение государственного долга к собственным доходам бюджета

FR2: Объем собственных доходов бюджета

FR3: Доля собственных доходов в общем объеме доходов

FR4: Отношение дефицита бюджета к собственным доходам бюджета

FR5: Доля средств, направляемых в бюджеты других уровней в расходах

FR6: Отношение задолженности по налогам к объему налоговых платежей

FR7: Доля прибыльных предприятий в общем количестве зарегистрированных на территории региона

FR8: Уровень безработицы

FR9: Денежные доходы населения в расчете на одного жителя

Результаты

Максимальные коэффициенты Кендалла и Коэна были достигнуты при AR=45%

AR	Tx	K
50%	0,74	0,86
45%	0,75	0,89
40%	0,73	0,86

□ На контрольной выборке коэффициенты Кендалла и Коэна составили 0.74 и 0.85 соответственно

□ Наиболее значимые риск-факторы:

✦ «Объем собственных доходов бюджета»

✦ «Среднедушевые денежные доходы населения»

Обучающая выборка (данные 2007-2009г)

	Разница в 1 разряд и менее	Разница в 2 разряда и менее
Точное совпадение	60%	88%
		100%

Контрольная выборка (данные 2010 г)

	Разница в 1 разряд и менее	Разница в 2 разряда и менее
Точное совпадение	53%	95%
		100%

Сравнительная таблица

Данные 2010



Субъект	Рейтингов балл	PD Модель	Модель рейтинг	Рейтинг S&P	PD S&P
г. Москва	89,25	0,37%	BBB-	BBB	0,20%
г. Санкт-Петербург	97,75	0,23%	BBB	BBB	0,20%
Ямало-Ненецкий АО	91	0,33%	BBB-	BBB	0,20%
Ханты-Мансийский АО	90,25	0,35%	BBB-	BBB-	0,30%
Республика Башкортостан	73,75	0,86%	BB	BB+	0,50%
Красноярский край	69,5	1,08%	BB	BB+	0,50%
Самарская область	81	0,58%	BB+	BB+	0,50%
Челябинская область	63,5	1,49%	BB-	BB+	0,50%
Краснодарский край	71	0,99%	BB	BB	0,90%
Ленинградская область	68	1,17%	BB	BB	0,90%
Липецкая область	61,75	1,64%	BB-	BB	0,90%
Свердловская область	80	0,61%	BB+	BB	0,90%
Волгоградская область	59,25	1,88%	BB-	BB-	1,50%
Иркутская область	62,5	1,57%	BB-	BB-	1,50%
Республика Саха	63	1,53%	BB-	BB-	1,50%
Вологодская область	43	4,45%	B	B+	2,50%
Ставропольский край	55	2,35%	B+	B+	2,50%
Тверская область	48,25	3,37%	B+	B+	2,50%
Томская область	60,75	1,73%	BB-	B+	2,50%

- Полученные высокие значения коэффициентов Кендалла и Коэна свидетельствуют о высокой степени упорядоченности внутренних рейтингов в соответствии со значениями бенчмарка, а также о корректной калибровке модели



Полученные результаты невозможно обеспечить при «ручной» (экспертной) оценке весов показателей и значимости переменных

- Предпосылки, на которых базируется модель:
 - ✓ предположение о **высокой** предсказательной силе бенчмарка

Основное преимущество

Нет ограничения на количество состояний «дефолта» (рейтинга)

Недостаток

Нет ROC-кривых и наглядного двумерного представления о работе модели

С благодарностью за внимание!

- ❑ **Помазанов Михаил**
- ❑ **E-mail: m.pomazanov@zenit.ru, mpomazanov@rrgr.ru**
- ❑ **Web: www.rrgr.ru**
- ❑ **Tel: +7 (916) 541-85-71**



Вышло в свет профессиональное издание.

Помазанов М.В. Продвинутый подход к управлению кредитным риском в банке: Методология, практика, рекомендации. Издательство «Регламент», 180 стр. 2010.

Информация о подписке www.rrgr.ru

Работа сделана в соавторстве с А.Хамалинским (Банк Зенит, ГУ-ВШЭ).