Высшая школа бизнеса

Центр развития руководителей

Москва 2025

Неклассические методы оценки облигаций

Алексей Бачеров
доцент Высшей школы бизнеса НИУ ВШЭ,
управляющий активами

Кто я?

Доцент Высшей школы бизнеса НИУ ВШЭ, академический руководитель программы профессиональной переподготовки "Финансовые и фондовые рынки" ВШБ НИУ ВШЭ

Управляющий партнёр Family Office - Инвестиционное партнерство ABTRUST(инвестиционно-финансовый консалтинг, управление активами)

Управляющий активами (портфелями ценных бумаг) УК ФБ Август, ИК Финам, ИК РИКОМ-ТРАСТ, ИК БКС, Т-инвестиции (стаж более 20 лет)

Автор книги "Азы инвестицией. Настольная книга начинающего инвестора", 2022, Издательство АСТ, ISBN 978-5-17-147145-3

Личная страница на ВШЭ:
https://www.hse.ru/org/persons/581719190/

QR-code визитной карточки

Классика оценки облигаций

Доходность к погашению

$$P = \frac{C}{(1+i)^1} + \frac{C}{(1+i)^2} + \frac{C}{(1+i)^3} + \dots + \frac{C+N}{(1+i)^n} = \sum_{t=1}^{n} \frac{C}{(1+i)^t} + \frac{N}{(1+i)^n}$$

$$NPV =- P + V =- P + \sum_{t=1}^{n} \frac{C}{(1+i)^t} + \frac{N}{(1+i)^n} = 0 \ \rightarrow \ i \ - \ \text{доходность к погашению}$$

Дюрация Маколея и модифицировнная дюрация

$$D = \frac{C}{(1+i)^1}\frac{1}{P} + \frac{C}{(1+i)^2}\frac{2}{P} + \frac{C}{(1+i)^3}\frac{3}{P} + \dots + \frac{C+N}{(1+i)^n}\frac{n}{P} = \frac{1}{P}\sum_{t=1}^{n} \frac{C \times t}{(1+i)^t} + \frac{1}{P}\frac{N \times n}{(1+i)^n}$$

$$\frac{\Delta P}{P} =- D\left(\frac{\Delta i}{1+i}\right) =- \frac{D}{(1+i)}\Delta i =- MD \times \Delta i \rightarrow MD = \frac{D}{1+i}$$

Кривизна (выпуклость)

$$Conv = \left[\frac{C \times 1 \times 2}{(1+i)^1} + \frac{C \times 2 \times 3}{(1+i)^2} + \frac{C \times 3 \times 4}{(1+i)^3} + \dots + \frac{(C+N)(n+1)n}{(1+i)^n}\right]\frac{1}{(1+i)^2 P} = \frac{1}{P(1+i)^2}\sum_{t=1}^{n} \frac{C \times t \times (t+1)}{(1+i)^t} + \frac{1}{P(1+i)^2}\frac{N(n+1)n}{(1+i)^n}$$

$$\frac{\Delta P}{P} =- MD \times \Delta i + \varepsilon =- MD \times \Delta i + \frac{1}{2} \times Conv \times (\Delta i)^2$$

Высшая школа бизнеса

Сделаем несколько оценок облигаций классическим методом

Облигация	Дата оценки	Доходность к погашению, %	Дюрация Маколея	Модиф. дюрация	Кривизна
Обувь России	26.10.2020	10,86	1,41	1,27	2,90
ОФЗ 26219	24.02.2025	17,58	1,44	1,22	2,63
ОФЗ 26244	24.02.2025	15,86	5,22	4,51	32,61
ОФЗ 26238	24.02.2025	15,27	7,29	6,32	69,55

Высшая
школа
бизнеса

Модель Джонкарта

Доходность к погашению классическая

$$P=\frac{C}{(1+i)^1}+\frac{C}{(1+i)^2}+\frac{C}{(1+i)^3}+\dots+\frac{C+N}{(1+i)^n}=\sum_{t=1}^{n}\frac{C}{(1+i)^t}+\frac{N}{(1+i)^n}$$

Что предложил Джонкарт?

1-й купон $C \to (p_1 C + (1-p_1)N_\delta)$

2-й купон $C \to (p_2 C + (1-p_2)N_\delta)p_1$

3-й купон $C \to (p_3 C + (1-p_3)N_\delta)p_1 p_2$

● ● ● ● ●

n-й купон $\boldsymbol{C \to (p_n C + (1-p_n)N_\delta)\prod_{j=1}^{n-1} p_j}$

номинал $\boldsymbol{N \to (p_n N + (1-p_n)N_\delta)\prod_{j=1}^{n-1} p_j}$

Модель Джонкарта

Доходность к погашению классическая

$$P = \frac{C}{(1+i)^1} + \frac{C}{(1+i)^2} + \frac{C}{(1+i)^3} + \dots + \frac{C+N}{(1+i)^n} = \sum_{t=1}^{n} \frac{C}{(1+i)^t} + \frac{N}{(1+i)^n}$$

Доходность к погашению по модели Джонкарта

$$P = \frac{(p_1 C + (1-p_1) N_\delta)}{(1+i)^1} + \frac{(p_2 C + (1-p_2) N_\delta) p_1}{(1+i)^2} + \dots + \frac{(p_n C + (1-p_n) N_\delta) \prod_{j=1}^{n-1} p_j}{(1+i)^n} + \frac{(p_n N + (1-p_n) N_\delta) \prod_{j=1}^{n-1} p_j}{(1+i)^n}$$

$$\boldsymbol{P = \sum_{t=1}^{n} \frac{(p_t C + (1-p_t) N_\delta) \prod_{j=1}^{n-1} p_j}{(1+i)^t} + \frac{(p_n N + (1-p_n) N_\delta) \prod_{j=1}^{n-1} p_j}{(1+i)^n}}$$

Высшая школа бизнеса

Модель Джонкарта

Доходность к погашению по модели Джонкарта

$$P = \sum_{t=1}^{n} \frac{(p_t C + (1 - p_t) N_\delta) \prod_{j=1}^{n-1} p_j}{(1+i)^t} + \frac{(p_n N + (1 - p_n) N_\delta) \prod_{j=1}^{n-1} p_j}{(1+i)^n}$$

Таблица 8. Уровни (частоты) дефолта по рейтинговым категориям национальной российской рейтинговой шкалы Агентства для всех объектов рейтинга, кроме структурных облигаций и инструментов структурированного финансирования

Рейтинговая категория	на горизонте 1 года	на горизонте 2 лет	на горизонте 3 лет
AAA	0,00%	0,00%	0,00%
AA	0,28%	0,70%	1,11%
A	0,84%	2,25%	3,37%
BBB	2,00%	5,29%	8,65%
BB	3,56%	9,60%	14,26%
B	7,69%	14,37%	21,22%
CCC	21,54%	32,31%	32,31%
CC	40,00%	60,00%	70,00%

Облигация	Обувь России
РЕЙТИНГ	BB
ГОДЫ	Вероятность дефолта
1	3,56%
2	6,04%
3	4,66%

Дефолты из публикуемой статистики рейтиноговыми агенствами. N_δ из статистики реструкутризаций итоговых выплат при дефолте.

Модель Джонкарта

Доходность к погашению по модели Джонкарта

$$P = \sum_{t=1}^{n} \frac{(p_t C + (1 - p_t) N_\delta) \prod_{j=1}^{n-1} p_j}{(1+i)^t} + \frac{(p_n N + (1 - p_n) N_\delta) \prod_{j=1}^{n-1} p_j}{(1+i)^n}$$

Облигация	Дата оценки	Доходность к погашению, %	Модель
Обувь России	26.10.2020	10,86	классическая
Ставка без риска	26.10.2020	4,56	
Доходность к погашению по спреду рейтинга BB должна быть	26.10.2020	6,76	
Обувь России	26.10.2020	-17,11	Джонкарт

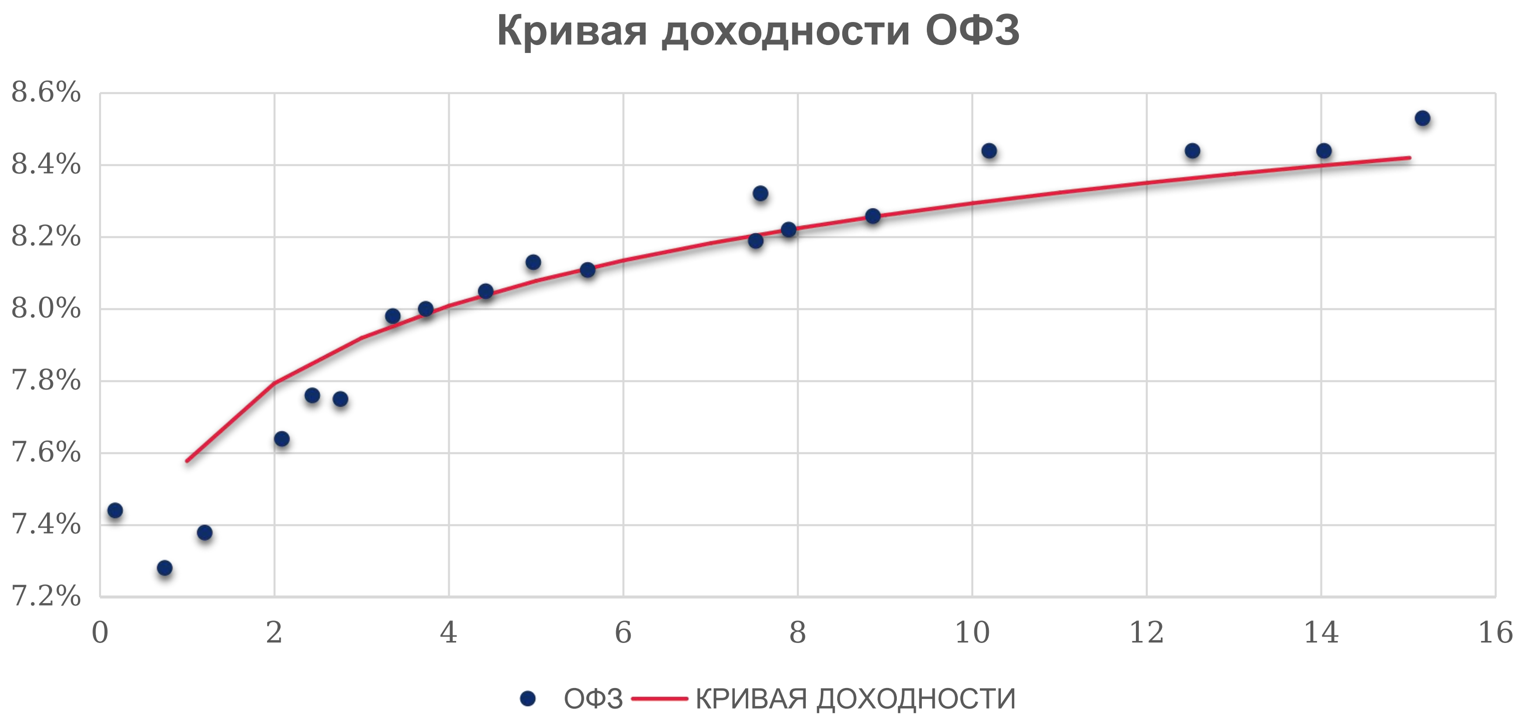
Дюрация Фишера - Вейла

Дюрация Маколея и модифицировнная дюрация в классике

$$D = \frac{C}{(1+i)^1}\frac{1}{P} + \frac{C}{(1+i)^2}\frac{2}{P} + \frac{C}{(1+i)^3}\frac{3}{P} + \dots + \frac{C+N}{(1+i)^n}\frac{n}{P} = \frac{1}{P}\sum_{t=1}^{n}\frac{C \times t}{(1+i)^t} + \frac{1}{P}\frac{N \times n}{(1+i)^n}$$

$$\frac{\Delta P}{P} =- D\left(\frac{\Delta i}{1+i}\right) =- \frac{D}{(1+i)}\Delta i =- MD \times \Delta i \rightarrow MD = \frac{D}{1+i}$$

Что мы подразумеваем, когда используем дюрацию для оценки потенциального риска?



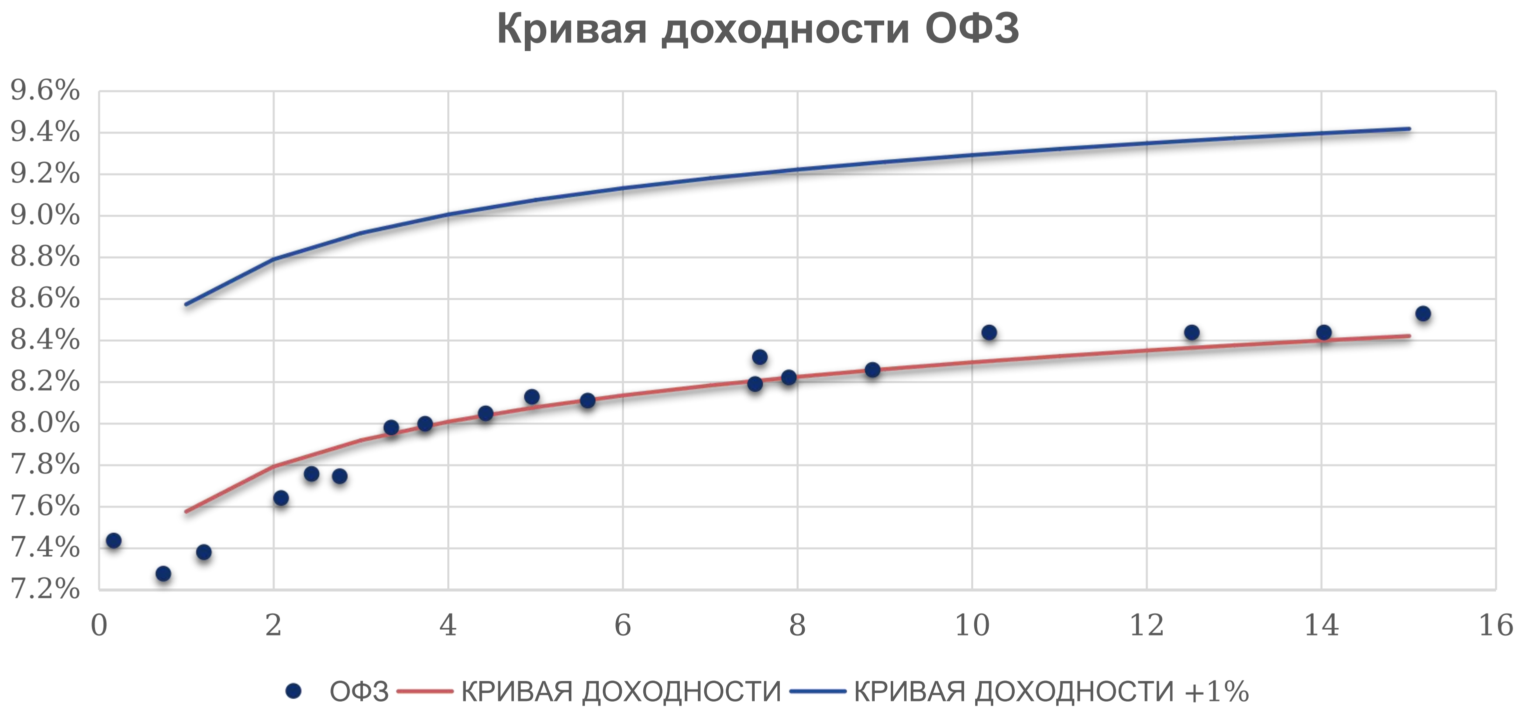
Дюрация Фишера - Вейла

Дюрация Маколея и модифицировнная дюрация в классике

$$D = \frac{C}{(1+i)^1}\frac{1}{P} + \frac{C}{(1+i)^2}\frac{2}{P} + \frac{C}{(1+i)^3}\frac{3}{P} + \ldots + \frac{C+N}{(1+i)^n}\frac{n}{P} = \frac{1}{P}\sum_{t=1}^{n}\frac{C \times t}{(1+i)^t} + \frac{1}{P}\frac{N \times n}{(1+i)^n}$$

$$\frac{\Delta P}{P} = -D\left(\frac{\Delta i}{1+i}\right) = -\frac{D}{(1+i)}\Delta i = -MD \times \Delta i \rightarrow MD = \frac{D}{1+i}$$

Мы подразумеваем, что при изменение процентной ставки произойдёт паралельный сдвиг процентных ставок по всей кривой!



Дюрация Фишера - Вейла

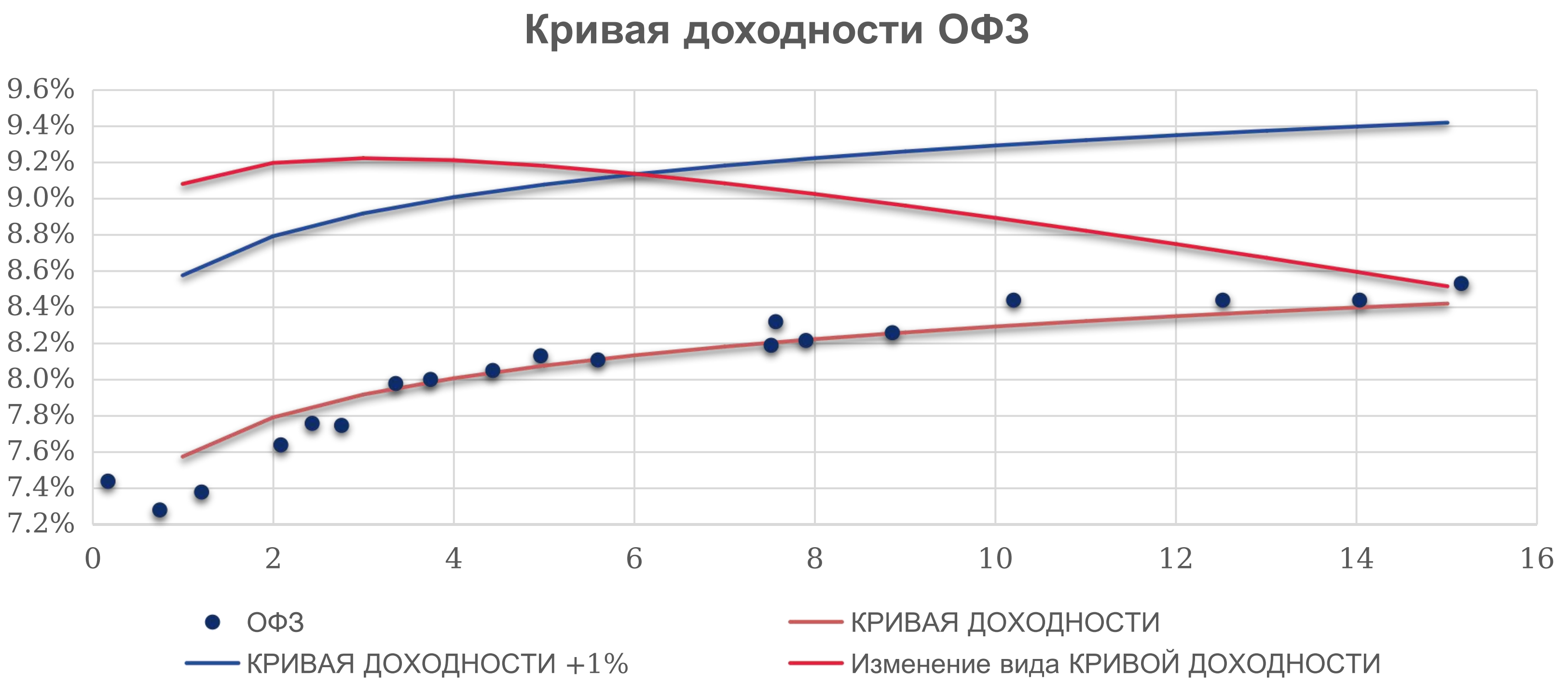
Дюрация Маколея и модифицировнная дюрация в классике

$$D = \frac{C}{(1+i)^1}\frac{1}{P} + \frac{C}{(1+i)^2}\frac{2}{P} + \frac{C}{(1+i)^3}\frac{3}{P} + \ldots + \frac{C+N}{(1+i)^n}\frac{n}{P} = \frac{1}{P}\sum_{t=1}^{n}\frac{C\times t}{(1+i)^t} + \frac{1}{P}\frac{N\times n}{(1+i)^n}$$

$$\frac{\Delta P}{P} =- D\left(\frac{\Delta i}{1+i}\right) =- \frac{D}{(1+i)}\Delta i =- MD\times\Delta i \rightarrow MD = \frac{D}{1+i}$$

А в жизни мы можем столкнуться с изменением вида самой кривой доходности!

Знакомая ситуация?



Дюрация Фишера - Вейла

Дюрация Маколея и модифицировнная дюрация в классике

$$D = \frac{C}{(1+i)^1}\frac{1}{P} + \frac{C}{(1+i)^2}\frac{2}{P} + \frac{C}{(1+i)^3}\frac{3}{P} + \ldots + \frac{C+N}{(1+i)^n}\frac{n}{P} = \frac{1}{P}\sum_{t=1}^{n}\frac{C \times t}{(1+i)^t} + \frac{1}{P}\frac{N \times n}{(1+i)^n}$$

$$\frac{\Delta P}{P} =- D\left(\frac{\Delta i}{1+i}\right) =- \frac{D}{(1+i)}\Delta i =- MD \times \Delta i \rightarrow MD = \frac{D}{1+i}$$

Устранить недостаток классического метода предложили Фишер и Вейл

$$D_{FW} = w_1 \times D_{m1} + w_2 \times D_{m2} + \ldots + w_n \times D_{mn} = \sum_{t=1}^{n} w_t D_{mt}$$

$$D_{mt} = \frac{D_t}{1+r_t}$$

$$w_t = \frac{C}{(1+r_t)^t}\frac{1}{P}, w_n = \frac{C+N}{(1+r_n)^n}\frac{1}{P}$$

где:

D_t – дюрация (срок выплаты) купона t

r_t – пронозируемая ставка на кривой бескупонной доходности на срок выплаты купона t

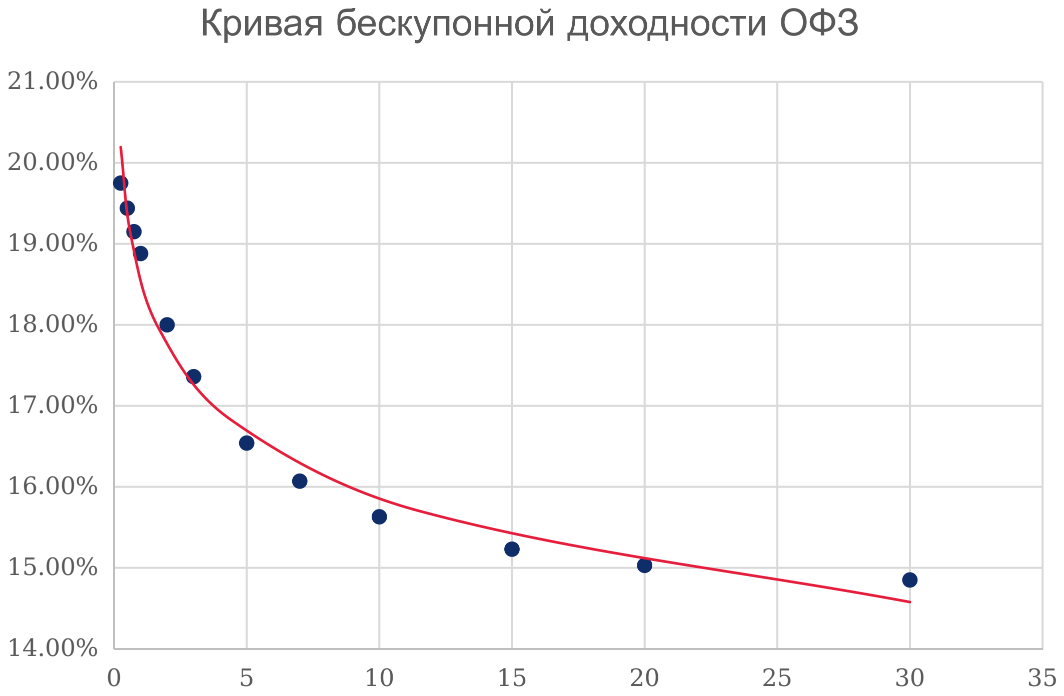
Дюрация Фишера-Вейла представляет собой средневзвешенную модифицированную дюрацию бескупонных облигаций, которые составляют купонную облигацию

Дюрация Фишера - Вейла

Дюрация Фишера-Вейла

$$D_{FW} = w_1 \times D_{m1} + w_2 \times D_{m2} + \ldots + w_n \times D_{mn} = \sum_{t=1}^{n} w_t D_{mt}$$

$$D_{mt} = \frac{D_t}{1 + r_t} \qquad w_t = \frac{C}{(1 + r_t)^t} \frac{1}{P}, w_n = \frac{C + N}{(1 + r_n)^n} \frac{1}{P}$$



Облигация ОФЗ 26244	Дата оценки	Модиф. дюрация	Изменение цены облигации при росте ставки на 2пп,%
Классический расчёт	24.02.2025	4,51	-9,02
Модель Фишера-Вейла	24.02.2025	5,57	-11,14

Расчёт параметров портфеля классика

Классический расчёт параметров портфеля (средневзвешанный показатель):

$$w_1 \times B_1 + w_2 \times B_2 + w_3 \times B_3 + \ldots + w_n \times B_n = \sum_{t=1}^{n} w_t B_t \rightarrow w_1 + w_2 + w_3 + \ldots + w_n = \sum_{t=1}^{n} w_t = 1$$

где: B_t – показатель (ожидаемая доходность, дюрация, кривизна) облигации t, w_t – доля облигации t в портфеле

Облигация	Дата оценки	Срок до погашения, годы	Доходность к погашению, %	Дюрация Маколея	Модиф. дюрация	Кривизна
ОФЗ 26219	24.02.2025	1,56	17,58	1,44	1,22	2,63
ОФЗ 26244	24.02.2025	9,06	15,86	5,22	4,51	32,61
ОФЗ 26238	24.02.2025	16,23	15,27	7,29	6,32	69,55
ПОРТФЕЛЬ ИЗ ОБЛИГАЦИЙ (каждой по 1 штуке), расчёт показателей классическим методом	24.02.2025		16,40	4,22	3,64	29,55

Расчёт параметров портфеля классика

Классический расчёт параметров портфеля (средневзвешанный показатель):

$$w_1 \times B_1 + w_2 \times B_2 + w_3 \times B_3 + \ldots + w_n \times B_n = \sum_{t=1}^{n} w_t B_t \rightarrow w_1 + w_2 + w_3 + \ldots + w_n = \sum_{t=1}^{n} w_t = 1$$

где: B_t – показатель (ожидаемая доходность, дюрация, кривизна) облигации t, w_t – доля облигации t в портфеле

Облигация	Дата оценки	Доходность к погашению, %	Дюрация Маколея	Модиф. дюрация	Кривизна
ПОРТФЕЛЬ ИЗ ОБЛИГАЦИЙ (каждой по 1 штуке), расчёт показателей классическим методом	24.02.2025	16,40	4,22	3,64	29,55

Проблема классики в том, что облигации имеют слишком большой разброс по времени погашения, а значит показатели могут быть далеки от реальности!

Облигация	Срок до погашения, годы
ОФЗ 26219	1,56
ОФЗ 26244	9,06
ОФЗ 26238	16,23

Расчёт параметров портфеля НЕ классика

Классический расчёт параметров портфеля (средневзвешанный показатель):

$$w_1 \times B_1 + w_2 \times B_2 + w_3 \times B_3 + \ldots + w_n \times B_n = \sum_{t=1}^{n} w_t B_t \rightarrow w_1 + w_2 + w_3 + \ldots + w_n = \sum_{t=1}^{n} w_t = 1$$

где: B_t – показатель (ожидаемая доходность, дюрация, кривизна) облигации t, w_t – доля облигации t в портфеле

Решим задачу иначе!
Составим поток платежей, формируемый этими тремя облигациями!

$$VALUE_{port\ to\ start} = \frac{C_1^1}{(1+i)^{t_1}} + \frac{C_2^1}{(1+i)^{t_2}} + \frac{C_3^1}{(1+i)^{t_3}} + \frac{C_1^2}{(1+i)^{t_4}} + \frac{C_2^2}{(1+i)^{t_5}} + \frac{C_3^2}{(1+i)^{t_6}} + \ldots + \frac{N_1}{(1+i)^{t_x}} + \frac{N_2}{(1+i)^{t_y}} + \frac{N_3}{(1+i)^{t_z}}$$

где: $C^a{}_b$ - C размер купона, a - номер выплаты, b - номер облигации, N_b - номинал облигации, t_s - срок прихода выплаты

Расчёт параметров портфеля НЕ классика

НЕ классический расчёт параметров портфеля:

$$VALUE_{port\ to\ start} = \frac{C_1^1}{(1+i)^{t_1}} + \frac{C_2^1}{(1+i)^{t_2}} + \frac{C_3^1}{(1+i)^{t_3}} + \frac{C_1^2}{(1+i)^{t_4}} + \frac{C_2^2}{(1+i)^{t_5}} + \frac{C_3^2}{(1+i)^{t_6}} + \dots + \frac{N_1}{(1+i)^{t_x}} + \frac{N_2}{(1+i)^{t_y}} + \frac{N_3}{(1+i)^{t_z}}$$

где: C^a_b - C размер купона, a - номер выплаты, b - номер облигации, N_b - номинал облигации, t_s - срок прихода выплаты

ДАТА	ОФЗ 26219	ОФЗ 26244	ОФЗ 26238	ПОРТФЕЛЬ
24.02.2025	-912,94	-852,67	-549,17	-2314,78
19.03.2025	38,64			38,64
26.03.2025		56,1		56,1
04.06.2025			35,4	35,4
17.09.2025	38,64			38,64
24.09.2025		56,1		56,1
03.12.2025			35,4	35,4
18.03.2026	38,64			38,64
25.03.2026		56,1		56,1
03.06.2026			35,4	35,4
16.09.2026	1038,64			1038,64
23.09.2026		56,1		56,1

Сравнение расчётов параметров портфеля разными методами

НЕ классический расчёт параметров портфеля:

$$VALUE_{port\ to\ start} = \frac{C_1^1}{(1+i)^{t_1}} + \frac{C_2^1}{(1+i)^{t_2}} + \frac{C_3^1}{(1+i)^{t_3}} + \frac{C_1^2}{(1+i)^{t_4}} + \frac{C_2^2}{(1+i)^{t_5}} + \frac{C_3^2}{(1+i)^{t_6}} + \dots + \frac{N_1}{(1+i)^{t_x}} + \frac{N_2}{(1+i)^{t_y}} + \frac{N_3}{(1+i)^{t_z}}$$

где: $C^a{}_b$ - C размер купона, a - номер выплаты, b - номер облигации, N_b - номинал облигации, t_s - срок прихода выплаты

ПОРТФЕЛЬ ИЗ ОБЛИГАЦИЙ (каждой по 1 штуке)	Доходность к погашению, %	Дюрация Маколея	Модиф. дюрация	Кривизна
КЛАССИКА	16,40	4,22	3,64	29,55
НЕ КЛАССИКА	15,86	4,13	3,57	28,36

Высшая
школа
бизнеса

Сравнение расчётов параметров портфеля разными методами

ПОРТФЕЛЬ ИЗ ОБЛИГАЦИЙ (каждой по 1 штуке)	Доходность к погашению, %	Дюрация Маколея	Модиф. дюрация	Кривизна
КЛАССИКА	16,40	4,22	3,64	29,55
НЕ КЛАССИКА	15,86	4,13	3,57	28,36
РАСХОЖДЕНИЕ В ПРОЦЕНТАХ по отноношению к классике	-3,3%	-2,0%	-2,0%	-4,0%

Ради чего бьемс?

пусть ожидаем рост ставки на 3 процентных пункта, а наш портфель 10 млрд рублей

ПОРТФЕЛЬ ИЗ ОБЛИГАЦИЙ (каждой по 1 штуке)	Ожидаемая просадка портфеля, млн рублей
КЛАССИКА	960
НЕ КЛАССИКА	943
РАЗНИЦА В ДЕНЬГАХ	17

17 млн рублей! Примерно 40% расходной части бюджета небольшой УК за год

ГДЕ СТОИТ УЧИТЬСЯ?!

ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ БИЗНЕСА НИУ ВШЭ «ФИНАНСОВЫЕ И ФОНДОВЫЕ РЫНКИ»

- Старт: 1 апреля 2025
- Общая продолжительность:
  476 академических часов
- Регистрация:
  https://www.hse.ru/edu/dpo/900945479
- Диплом государственного образца ВШЭ