С.М. Бухонова
доктор экономических наук, профессор,
заведующая кафедрой финансового менеджмента

Е.С. Кафтан
аспирант кафедры финансового менеджмента
Белгородский государственный
технологический университет им. В.Г. Шухова*

Разработка методики по определению ставки дисконта в российских условиях экономики

Для расчетов окупаемости инвестиционных проектов очень важное значение имеет корректное определение ставки дисконтирования, для чего, прежде всего, необходимо определить уровень безрисковых рублевых ставок. Чтобы принять ту или иную величину ставки в качестве безрисковой ставки доходности, необходимо определиться, какой актив можно считать безрисковым.

Объектом исследования в настоящей работе выступает промышленное предприятие, которому необходимо определить эффективное вложение средств в инвестиционный проект.

В качестве сопоставимых для определения доходности вложений капитала предлагается принять следующие:

– средневзвешенную доходность облигаций федерального займа;

– доходность по депозитам физических лиц на срок свыше одного года в государственных банках;

– доходность по депозитам нефинансовых организаций на срок свыше одного года;

– доходность по размещенным (собственным) векселям кредитных организаций от 1 года до 3 лет;

– доходность по учтенным кредитными организациями векселям, выпущенным кредитными организациями от 1 года до 3 лет;

– доходность по учтенным кредитными организациями векселям, выпущенным нефинансовыми организациями от 1 года до 3 лет.

По нашему мнению, указанный выше перечень инструментов, рассматриваемый в сравнении, предоставляет достаточно репрезентативную статистическую информацию. Доходности инструментов в % годовых за период 2010-2012 гг. с помесячной разбивкой приведены нами по данным[1] и представлены в таблице 1.

• Кафтан Екатерина Сергеевна, e-mail: kaftank@mail.ru

[1] Электронный ресурс: http://www.cbr.ru/

Таблица 1

Статистическая информация доходности
инструментов в % годовых за период 2010-2012 гг.
с помесячной разбивкой

	Средневзвешенная доходность ОФЗ, % годовых	Доходность по депозитам физических лиц свыше года, % годовых	Доходность по депозитам нефинансовых организаций свыше года, % годовых	Доходность по размещенным (собственным) векселям кредитных организаций от 1 года	Доходность по учтенным кредитными организациями векселям, выпущенным кредитными	Доходность по учтенным кредитными организациями векселям, выпущенным нефинансовыми	Доходность по депозитам физических лиц до года, % годовых
январь 2010	7,1	8,5	12,6	12,2	10,5	19,8	8,1
февраль 2010	6,9	7,6	9,1	10,6	10,0	10	7,4
Март 2010	6,3	7,0	8,8	9,5	8,5	10,5	6,9
апрель 2010	6,0	6,7	7,5	9,5	8,3	10,2	6,7
май 2010	6,0	6,0	8,1	10,4	8,5	12,6	6,2
июнь 2010	6,3	5,8	7,0	11,3	8,5	8	5,8
июль 2010	5,8	5,7	6,7	11,0	8,2	8,8	5,6
август 2010	6,2	5,3	7,0	10,6	7,7	15,4	5,4
сентябрь 2010	6,5	4,9	7,0	8,3	8,0	8,8	5,1
октябрь 2010	6,5	4,9	6,8	11,1	8,6	8,1	5,0
ноябрь 2010	6,2	4,8	6,3	10,9	7,7	6,8	5,0
декабрь 2010	6,6	4,8	6,4	10,4	8,5	6,2	4,9
январь 2011	7,3	5,6	6,3	10,7	7,7	11,3	4,5
февраль 2011	6,9	5,6	7	9,7	7,6	10,4	4,4
Март 2011	7,5	5,5	6,8	10,5	8,2	4,5	4,2
апрель 2011	7,4	5,6	6,9	10,3	8,1	15,2	4,1
май 2011	7,0	5,4	6,8	11,4	7,6	9,9	4,1
июнь 2011	7,6	5,9	7,1	11	7,9	9,4	4,2
июль 2011	7,5	5,9	6,7	10,8	8,0	8,9	4,0
август 2011	7,6	6	6,5	11,4	9,4	10,8	4,1
сентябрь 2011	8,0	6	6,7	11,5	8,5	10,8	4,0
октябрь 2011	7,9	6,4	7,2	10,6	7,7	9,2	4,5
ноябрь 2011	8,3	7	7,9	10,9	5,9	12,6	5,5
декабрь 2011	8,0	7,4	7,9	10,6	9,5	5,8	5,5
январь 2012	8,0	7,5	8,7	11,3	5,2	8,7	5,8
февраль 2012	7,8	7,7	7,6	11,2	6,6	7	5,3
март 2012	8,5	7,7	7,6	11	5,5	10,7	5,3
апрель 2012	8,1	7,6	7,9	11,1	7,4	6	5,5

Май 2012	7,6	7,3	7,4	11,1	6,4	11,4	5,2
июнь 2012	7,4	7,4	7,9	10,9	6,7	6,4	5,4
Июль 2012	7,6	7,3	8,6	11,4	6,4	8,9	5,3
август 2012	8,0	7,6	8,4	11,1	5,0	8,3	5,2
сентябрь 2012	7,9	7,6	7,9	11,1	5,6	10,1	5,5
октябрь 2012	8,2	7,9	8,9	11,2	5,6	10,1	5,8
ноябрь 2012	8,5	8,3	8,6	11,1	6,4	13	6,0
декабрь 2012	8,7	8,5	8,3	10,5	7,1	11,9	6,1

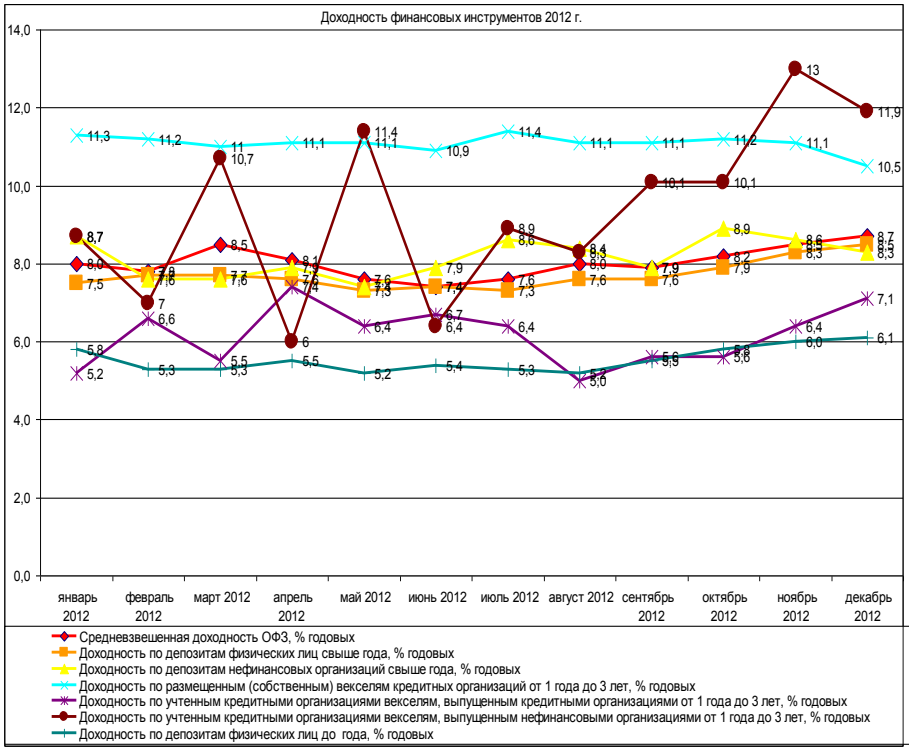


Рис. 1. Доходность финансовых инструментов в 2012 году

По графикам доходности финансовых инструментов определим статистические (корреляционные) взаимосвязи между приведенными финансовыми инструментами.

При расчете коэффициента корреляции между представленными финансовыми инструментами была выявлена наиболее тесная взаимосвязь между средневзвешенной доходностью облигаций федерального займа и доходностью по депозитам физических лиц свыше года, % годовых, которая в 2010 году составила 0,448051936, в 2011 году – 0,799766434, 2012 году – 0,855345705. Положительный коэффициент корреляции говорит и о прямой взаимосвязи финансовых инструментов, т.е. при увеличении доходности облигаций федерального займа, увеличится и доходность по депозитам физических лиц свыше года. В связи с тем, что срок дюрации облигаций федерального займа намного выше срока привлечения депозитов, можно с большой

уверенностью утверждать, что процентная ставка по депозитам будет иметь такую же тенденцию как и по облигациям федерального займа.

Тем не менее, проверим уровень значимости выявленной взаимосвязи по аналогии с проверкой статистических гипотез. В качестве нулевой гипотезы H_0 принимаем, что полученный в результате обработки данных коэффициент корреляции не значим, т.е. корреляции между финансовыми инструментами или нет, или она слабая. За гипотезу H_1 принимаем альтернативное событие: коэффициент корреляции значим, т.е. имеется тесная корреляция между финансовыми инструментами. Воспользуемся математической таблицей «Критические значения коэффициента корреляции Пирсона». Определим вначале число степеней свободы k = n – 2 = 12 – 2 =10. Находим по указанной таблице критические пределы уровней значимости коэффициента корреляции:

$$R_{кр} = \begin{cases} 0{,}58 для P \le 0{,}05 \\ 0{,}71 для P \le 0{,}01 \end{cases}$$

Видно, что значение коэффициента корреляции между представленными финансовыми инструментами (2011 год – 0,799766434, 2012 год – 0,855345705) находится далеко за верхней критической границы Rкр= 0,71 в зоне значимости. Таким образом, нулевая гипотеза Но отвергается, а принимается гипотеза H_1 – полученная регрессионная зависимость статистически значима.

Далее проанализируем представленные финансовые инструменты и их доходность путем построения их динамических рядов.

В экономической литературе описаны несколько моделей и методов прогнозирования фактических динамических рядов, таких как модели кривых роста, метод подвижного (скользящего) среднего, метод взвешенного (скользящего) среднего, метод экспоненциального сглаживания, метод проецирования тренда. В основе данной группы методов лежит предположение о том, что некоторый заданный период в прошлом хорошо описывает будущие значения наблюдаемого ряда.

На практике для описания тенденции развития представленных финансовых инструментов широко используются модели кривых роста, представляющие собой различные функции времени y = f(t). Правильно выбранная модель кривой роста должна соответствовать характеру изменения тенденции исследуемого явления. Кривая роста позволяет получить выровненные или теоретические значения уровней динамического ряда. Это те уровни, которые наблюдались бы в случае полного совпадения динамики явления с кривой. Прогнозирование на основе модели кривой роста базируется на **экстраполяции**, т.е. на продлении в будущее тенденции, наблюдавшейся в прошлом. При этом предполагается, что во временном ряду присутствует тренд, характер развития показателя обладает свойством инерционности, сложившаяся

тенденция не претерпевает существенных изменений в течение периода упреждения. В литературе описаны кривые роста, применяемые для выравнивания экономических временных рядов[2],[3],[4]

Отметим, что спрогнозировать тенденцию также можно с помощью моделей экспоненциального сглаживания, относящихся к классу адаптивных методов прогнозирования. Основной характеристикой этих моделей является возможность непрерывно учитывать эволюцию динамических характеристик изучаемых процессов, подстраиваться под их динамику, придавая больший вес и более высокую информационную ценность тем наблюдениям, которые ближе расположены к текущему моменту времени. Смысл термина состоит в том, что адаптивное прогнозирования позволяет обновить прогнозы с минимальной задержкой и с помощью относительно несложных математических процедур[5].

Оценка коэффициентов адаптивных моделей обычно осуществляется на основе рекуррентного метода, который формально отличается от метода наименьших квадратов, метода максимального правдоподобия и других методов тем, что не требует повторения всего объема вычислений при появлении новых данных. Важнейшее достоинство адаптивных методов — построение самокорректирующихся моделей, способных учитывать результат прогноза, сделанного на предыдущем шаге[6].

Одним из самых популярных адаптивных методов краткосрочного прогнозирования необратимых процессов является метод Брауна (также известный как «метод экспоненциального сглаживания»). Идея метода заключается в том, что прогнозное значение определяется через предыдущее спрогнозированное значение, но скорректированное на величину отклонения факта от прогноза[7]:

$$\hat{Y}_{t+1} = \hat{Y}_t + \alpha(Y_t - \hat{Y}_t)$$

Достаточно часто эту модель представляют в другом виде:

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1-\alpha)\cdot \hat{Y}_t$$

---

[2] *Дуброва Т.А., Архипова М.Ю.* Статистические методы прогнозирования в экономике: учеб. пособие, практикум, тесты, программа курса; руководство по изучению дисциплины / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. М., 2004, с. 26.

[3] *Шанченко Н.И.* Лекции по эконометрике: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Прикладная информатика (в экономике)». Ульяновск: УлГТУ, 2008, с.17-18.

[4] *Мезенцев Ю.А.* Экономико-математические методы: учеб. пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004, 212 с.

[5] Электронный ресурс: http://www.businessforecast.by/

[6] *Светуньков И.С.* Самообучающаяся модель краткосрочного прогнозирования социально-экономической динамики // Модели оценки, анализа и прогнозирования социально-экономических систем: Монография / Под ред. Т.С. Клебановой, Н.А. Кизма. Ч.: ФЛП Павленко А.Г., ИД «ИНЖЭК», 2010, с. 11-33.

[7] *Дорохов Е.В.* Применение адаптивных ARIMA И ARCH методов при прогнозировании краткосрочный динамики российского фондового рынка // Финансовые рынки, с. 48.

Модель Брауна применяется в случае, когда нужно сгладить имеющийся ряд данных для выявления какой-либо тенденции (обычно в случае со стационарными процессами). При этом задается значение *α* в пределах от 0 до 1[8,9,10].



Рис. 2. Прогнозирование с помощью модели Брауна

Из представленного графика видно, что экспоненциальная модель Брауна 1 полностью повторяет исходную кривую данных и изменяет её с учётом ошибки аппроксимации, но при этом модель отстает на один шаг, не успевая за фактическими данными. В связи с чем были разработаны различные модификации метода Брауна, например, аддитивная модель сезонных явлений с линейным ростом Тейла и Вейджа[11,12] или адаптивная модель с мультипликативной сезонностью Уинтерса[13].

На практике чаще остальных модификаций используется модель Хольта и модель Хольта-Уинтерса.

---

[8] *Ефимов В.В.* Статистические методы в управлении качеством: Учеб. пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2003. с. 18,25,29,35,41.

[9] *Brown G. Robert,* Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series. N.Y.: Dover Phoenix Editions, 2004, с .97.

[10] *Светуньков С.Г., Бутуханов А.В., Светуньков И.С.* Запредельные случаи метода Брауна в экономическом прогнозировании. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2006, с. 9.

[11] *Theil H., Wage S.* Some observations on adaptive forecasting // Management Science, 1964, Vol. 10, № 2.

[12] *Дорохов Е.В.* Применение адаптивных ARIMA И ARCH методов при прогнозировании краткосрочный динамики российского фондового рынка // Финансовые рынки, с. 48.

[13] *Winters P.R.* Forecasting sales by exponentially weighted moving averages // Management Science, 1960, Vol. 6, № 3.

Адаптивная полиномиальная модель Хольта предусматривает расчет оценок текущих коэффициентов модели a1t, a2t по рекуррентным соотношениям[14] :

$$a1t = a1\ xt + (1 - a1)\ (a1t - 1 + a2t - 1)\ ,$$
$$a2t = a2\ (a1t - a1t - 1) + (1 - a2)\ a2t - 1,$$

где t 1,...,N , (N – количество наблюдений); a1, a2 – параметры экспоненциального сглаживания (0 < a1, a2 < 1); a11 = x1, a21 = x2 – x1 – начальные значения коэффициентов модели. Параметры экспоненциального сглаживания определяются методом проб. Общая схема этой процедуры предусматривает деление временного ряда на две части. Затем в первой при различных значениях параметров a1, a2 строится достаточно большое число прогнозов для данных из второй части. Расчетные значения сравниваются с фактическими значениями второй части и определяются относительные ошибки прогноза. Оптимальным считается то значение, для которого эти ошибки оказались минимальными. Затем, используя оптимальные значения параметров сглаживания, осуществляют полный прогнозный расчет.

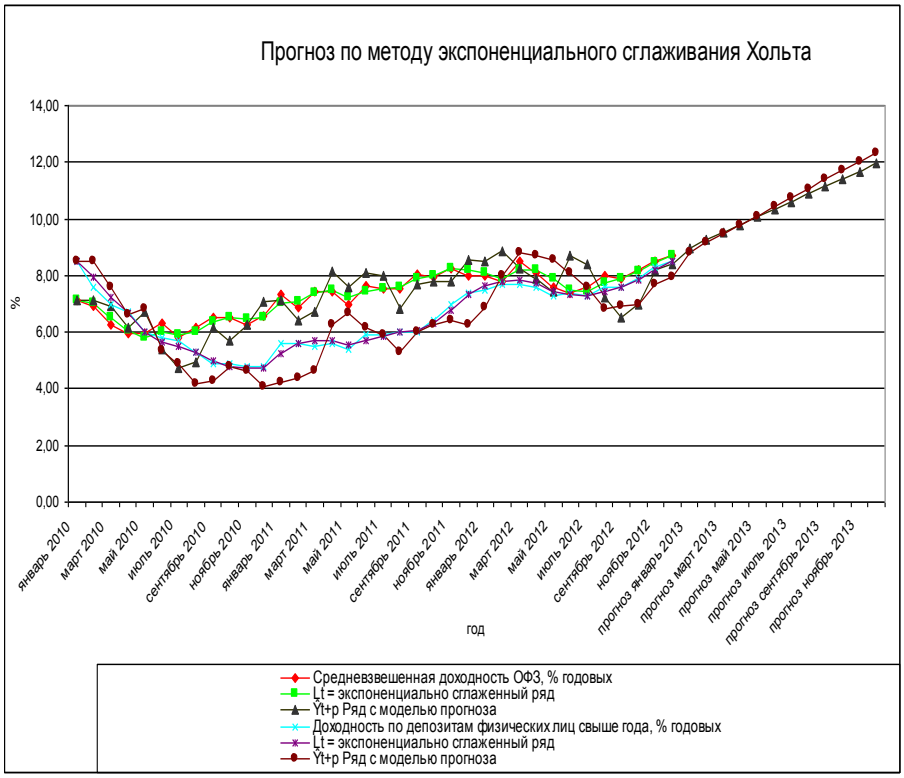


Рис. 3. Прогноз по методу экспоненциального сглаживания Хольта.

Существует расширение метода Хольта до трехпараметрического экспоненциального сглаживания, поэтому чтоб наиболее точно оценить

[14] *Марина Е.В.* Метаматематическое моделирование прогноза валютных курсов // Молодежь XXI века: шаг в будущее, 2011, Т.8., с. 53-54.

тенденцию представленных финансовых инструментов, мы предлагаем воспользоваться более сложной моделью прогнозирования – мультипликативной моделью Хольта-Уинтерса, потому что метод подвижного (скользящего) среднего, метод взвешенного (скользящего) среднего, метод экспоненциального сглаживания, метод проецирования тренда, основываются в основном на циклических составляющих, также данные методы могут использоваться в достаточно простых случаях на устоявшихся рынках для экстраполяции трендов, но они сильно проигрывают при наличии ярко выраженных колебаний и не способны адаптироваться к сезонности[15,16].

Высокая точность прогнозирования с помощью модели Хольта-Уинтерса достигается благодаря использованию сезонных коэффициентов и учета линейного роста параметра[17,18].

Сезонную составляющую процесса может учесть модель Хольта-Уинтерса, которая основана на методах экспоненциального сглаживания. Линейная компонента процесса умножается на коэффициент сезонности, который характеризует относительное отклонение показателя от линейной тенденции роста. Поэтому модель Хольта-Уинтерса называют мультипликативной моделью с линейным ростом. При корректно заданном сезонном цикле и сохранении тенденций процесса в прогнозном периоде данная модель может показывать очень высокие результаты[19,20].

Коэффициенты сезонности необходимы в первую очередь, для того чтобы спланировать деятельность и рассчитать прогноз и определить приоритеты по годам, кварталам и месяцам. Также для выбора лучшего времени для проведения мероприятий по стимулированию деятельности.

Мультипликативная модель Хольта-Уинтерса с линейным ростом имеет вид:[21,22,23]:

$$Yp(t + k) = [a(t) + kb(t)] F(t + k-L),$$

---

[15] *Ефимов В.В.* Статистические методы в управлении качеством: Учебн. пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2003, с.18,25,29,35,41.

[16] Электронный ресурс: http://se.math.spbu.ru/SE/diploma/2012/m/ Afanasenko_m_thesis.pdf

[17] *Горбатенко В.Н.* Методы прогнозирования и оптимизации в финансовых операциях / ВЗФЭИ; Владимирский филиал ВЗФЭИ, Владимир: ВПГУ, 1999, 96 с.

[18] *Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М.* Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник. М.: Финансы и статистика, 2001, 228 с, ISBN 5-279-02419-8.

[19] Электронный ресурс: http://www.ict.edu.ru/vconf/files/11709.pdf.

[20] *Френкель А.А.* Математические методы анализа динамики и прогнозирования производительности труда. М.: Экономика, 1972, 190с.

[21] *Петерс Э.* Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка. М.: Мир, 2000, 333 с.

[22] Финансовая математика: Методические указания по изучению дисциплины и контрольные задания. М.: ВЗФЭИ, 2002, 78 с.

[23] *Дайитбегов Д.М.* Компьютерные технологии анализа данных в эконометрике. М.: Вузовский учебник, 2008, 592 с.

где k – период упреждения; Yp(t) – расчетное значение экономического показателя для t-го периода; a(t), b(t) и F(t) - коэффициенты модели; L – период сезонности (для квартальных данных L = 4, для ежемесячных L = 12).

Значение F(t + k - L) является значением коэффициента сезонности того периода, для которого рассчитывается экономический показатель. Очевидно, что для малых значений t аргумент функций F будет отрицательным.

Уточнение коэффициентов модели проводится по формулам:

$$a(t) = \alpha 1 Y(t)/F(t - L) + (1 - \alpha 1)\,[a(t - 1) + b(t - 1)];$$
$$b(t) = \alpha 3[a(t) - a(t - 1)] + (1 - \alpha 3)b(t - 1);$$
$$F(t) = \alpha 2 Y(t)/a(t) + (1 - \alpha 2)F(t - L)$$

Выполним расчет прогноза по выбранным инструментам и его проверку. По данным «Средневзвешенной доходности ОФЗ, % годовых» с 1-24 месяца (т.е. за 2010 и 2011 гг.) рассчитаем прогноз на 12 следующих месяцев (на 2012 г.) без коэффициента сезонности с помощью функций Excel. Рассчитанное среднее отклонение прогнозных значений от фактических показано на графике и составляет 6%.

Также рассчитаем прогноз на 12 следующих месяцев, учитывая коэффициент сезонности. Среднее отклонение прогнозных значений от фактических также показано на графике и составляет 2,5%. Таким образом, полученное среднее отклонение с учетом коэффициента сезонности в 2,4 раза меньше, чем среднее отклонение без коэффициента сезонности, и, следовательно, именно прогноз с учетом коэффициента сезонности является достаточно точным по выбранному инструменту.

Также рассмотрим другие способы проверки прогноза. По данным за 1-12 месяцы 2010 г. и 12-24 месяцы (2010-2011 гг.) составим прогноз на 24 месяца и на 12 месяцев соответственно. Таким образом, путем целенаправленного изменения количества исходных данных получим прогноз до 36 месяцев и в представленном способе проверки количество прогнозных значений в расчете с 1-12 месяцев увеличится. При расчете получен следующий результат: в первом расчете, когда исходных данных было меньше, среднее отклонение составило 11,9%, во втором – 39,2%.

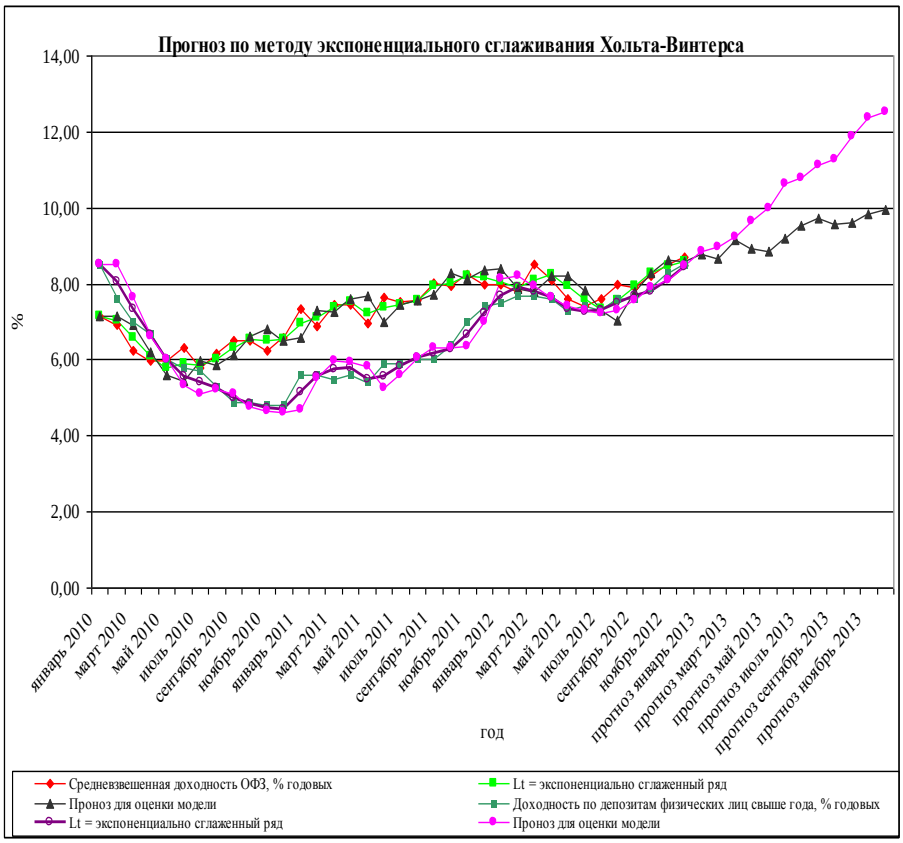


Рис. 4. Прогноз по методу экспоненциального сглаживания Хольта-Винтерса

Таким образом, главной особенностью построения достоверного прогноза является размеренное колебание динамики данных, т.е. чем меньше среднее отклонение фактических показателей от их средней величины, тем больше вероятности построить более точный прогноз. Поэтому для того, чтобы решить вопрос построения и прогнозирования показателей, необходимо рассчитать коэффициенты сезонности и с учетом их определить коэффициент ковариации, который при низкой величине на протяжении длительного времени покажет применимость представленной выше методики.

Аналогичные расчеты проведены по инструменту «Доходности по депозитам физических лиц свыше года, % годовых», которые также подтвердили выводы о взаимосвязи фактических показателей и достоверности прогноза.

На основании проделанного анализа был определен динамический ряд ожидаемой доходности и показана возможность прогнозирования доходности инвестиционных проектов, с помощью которой может быть оценено значение безрисковой доходности на последующий временной период от года до 3 лет для определения прогнозных значений дисконта. Показано, что динамика представленный финансовых инструментов имеет высокий уровень корреляции и может использоваться в определении прогнозных значений дисконта.

Бухонова С.М., Кафтан Е.С. Разработка методики по определению ставки дисконта в российских условиях экономики. В теории инвестиционного анализа всегда уделяется внимание вопросу расчета ставок дисконтирования в целом и безрисковой ставки в частности. При расчете ставки дисконтирования в процессе оценки используется ряд методик, которые, как правило, предусматривают корректировку безрисковой ставки доходности до величины, учитывающей рискованность вложений в тот или иной актив**.**

Ключевые слова: ставка дисконтирования, **инвестиционный проект, методы расчета ставки дисконтирования**, Модель определения ставки дисконтирования, номинальная ставка процента; реальная ставка процента; безрисковая ставка процента.

Bukhonova S.M., Kaftan E.S. Determination of methods for determination of discounting rate in russian economy. The problem of calculating of the discounting rate in general and risk-free rate in particular is always paid attention the investment analysis theory. In the calculating of the discounting rate in the process of evaluation the number of methods are used which, as a rule, allow an adjustment of risk-free rate of return to the extent that takes into account a riskiness of investments in any asset.

Keywords: discount rate, **investment project,** methods of calculating the discounting rate, choice model of discounting method, nominal interest rate; real interest rate; risk-free interest rate.