

## Прогнозирование инвестиций в основной капитал

Терехов Андрей Михайлович

Канд. экон. наук, доц. каф. гуманитарных и социально-экономических дисциплин  
ORCID: 0000-0002-2356-4533, e-mail: terehoff.t@yandex.ru

Российский государственный университет правосудия (Приволжский филиал), г. Нижний Новгород, Россия

### Аннотация

В статье детализированы вопросы прогнозирования инвестиций в основной капитал. Рассмотрены теоретические аспекты (зарубежный опыт) использования различных форм прогнозных моделей на основе анализа иностранной научной литературы. Практически реализованы два разных метода прогнозирования на примере построения мультипликативной и ARIMA моделей. Сформулированы ежеквартальные прогнозы стоимости инвестиций в основной капитал на 2022–2023 гг. по Российской Федерации. Сравнение результатов моделирования показало, что расчетные значения по обоим моделям хорошо описывают динамику показателя, прогнозные значения различаются. В связи с этим построен усредненный (комбинированный) прогноз на основе результатов прогнозирования по обоим реализуемым методам. Результаты исследования могут быть использованы в практической деятельности государственных и муниципальных органов, менеджментом предприятий для поквартального прогнозирования инвестиций в основной капитал.

### Ключевые слова

Прогнозирование инвестиций, основной капитал, мультипликативная модель, ARIMA-модель, комбинированный прогноз

**Для цитирования:** Терехов А.М. Прогнозирование инвестиций в основной капитал // Вестник университета. 2022. № 7. С. 145–154.

# Forecasting investments in fixed assets

Andrey M. Terekhov

Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof at the Humanities and Socio-Economic Disciplines Department  
ORCID: 0000-0002-2356-4533, e-mail: terehoff.t@yandex.ru

Russian State University of Justice (Volga Branch), Nizhny Novgorod, Russia

## Abstract

The article details the issues of forecasting investments in fixed assets. The theoretical aspects (foreign experience) of using various forms of predictive models based on the analysis of foreign scientific literature are considered. Two different forecasting methods have been practically implemented using the example of building multiplicative and ARIMA models. Quarterly forecasts of the cost of investments in fixed assets for 2022–2023 in the Russian Federation are formulated. A comparison of the simulation results showed that the calculated values for both models describe the dynamics of the indicator well, the forecast values differ, and therefore an average (combined) forecast is built based on the prediction results for both implemented methods. The results of the study can be used in the practical activities of state and municipal bodies, enterprise management for quarterly forecasting of investments in fixed assets.

## Keywords

Investment forecasting, fixed capital, multiplicative model, ARIMA model, combined forecast

**Для цитирования:** Terekhov A.M. Forecasting investments in fixed assets // Вестник университета. 2022. № 7. С. 145–154.

## ВВЕДЕНИЕ

Инвестиции в основной капитал необходимы для развития предприятий, отраслей, социальной инфраструктуры. Увеличение объема инвестиций в основной капитал способствует созданию и обновлению объектов основных фондов, модернизации и расширению производства. В данном аспекте планирование инвестиций в основной капитал является одним из инструментов, позволяющих сформировать стратегию развития экономического субъекта. Выбор наиболее оптимального метода прогнозирования позволяет создать максимально приближенный прогноз. Этим обоснована актуальность исследования.

Цель работы состоит в рассмотрении теоретических и практических вопросов прогнозирования инвестиций в основной капитал.

Задачи исследования:

- анализ иностранной литературы для обобщения зарубежного опыта моделирования и прогнозирования инвестиций в основной капитал и выявления наиболее подходящих методов;
- практическая реализация и сравнение различных методов прогнозирования, характеристика тенденций и перспектив инвестирования в основной капитал в Российской Федерации на основе полученных расчетов.

© Terekhov A.M., 2022.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Предмет исследования – вопросы моделирования и прогнозирования инвестиций в основной капитал.

Практическая значимость работы состоит в возможности использования результатов исследования, в частности, предложенного усредненного (комбинированного) прогноза для прогнозирования инвестиций в основной капитал субъектами экономической деятельности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В процессе исследования использованы следующие научные методы: анализ иностранной литературы, методы статистического прогнозирования, графический метод и сравнение. Для практической реализации прогноза выбраны следующие модели: мультипликативная модель временного ряда и ARIMA модель (от англ. autoregressive integrated moving average – авторегрессионно-интегрированная скользящая средняя). С учетом полученных результатов сформулирован усредненный (комбинированный) прогноз. Выбранные методы моделирования обусловлены свойствами динамического ряда «Стоимость инвестиций в основной капитал», которые выявлены на основе графического анализа динамики и анализа автокорреляционной и частной автокорреляционной функций. Исходный динамический ряд предварительно проанализирован на стационарность, выявлено наличие сезонной компоненты и тренда.

Общий вид мультипликативной модели следующий:

$$Y_t = T_t \times S_t \times E_t, \quad (1)$$

где:  $Y_t$  – значение переменной в период времени  $t$ ;  $T_t$  – значение тренда ряда динамики;  $S_t$  – сезонная компонента;  $E_t$  – случайная составляющая.

Общий вид ARIMA модели следующий:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \dots + \alpha_p y_{t-p} + \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \beta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t, \quad (2)$$

где:  $y_t$  – значение переменной в периоде времени  $t$ ;  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_q$  – коэффициенты модели;  $p$  – порядок авторегрессии;  $q$  – порядок скользящего среднего;  $\varepsilon_t$  – остаточный член ошибки.

Значения комбинированного прогноза рассчитаны по формуле средней арифметической простой:

$$\bar{X} = \sum \frac{x_i}{n}, \quad (3)$$

где:  $\bar{X}$  – средняя арифметическая;  $x_i$  – отдельные варианты значения признака;  $n$  – число вариантов.

Исходными данными для исследования является информация Росстата по показателю «Стоимость инвестиций в основной капитал (в текущих ценах), млрд руб.». Рассмотрен набор данных за период 2014–2020 гг., в ежеквартальном выражении. Для построения моделей использованы программные изделия Statistica10 и Gretl.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Прогнозирование объема инвестиций в основной капитал различных отраслей на протяжении многих лет является важной темой для исследований. В научной среде было создано и протестировано большое количество статистических моделей. Так, С.Д. Hodgins представил результаты прогнозирования инвестиций в строительство нежилых помещений в Канаде, которые основаны на модели с распределенным запаздыванием [1]. Среди различных статистических моделей широко разрабатывались регрессионные модели для различных сценариев, включая спрос на основные фонды промышленного назначения в США [2], секторальный спрос на недвижимость в Таиланде [3] и инвестиции частного сектора в британскую промышленность [4].

Р.У.С. Tse использовал двух- и трехэтапный метод наименьших квадратов для исследования влияния инвестиций и потребности в площади на инвестиции в жилую недвижимость в Гонконге [5]. Ng S.T. разработал комбинированную генетическую модель линейной регрессии для спроса на недвижимость в Гонконге [6].

В.Н. Goh и Н.Р. Тео использовали методы ARIMA для прогнозирования спроса на строительство в Сингапуре [7]. Подходы структурного моделирования ARIMA также использовались для прогнозирования начала строительства жилья во Флориде, США [8]. Подробнее следует сказать о работе S. Jiang,

в которой рассмотрены вопросы прогнозирования в угольной промышленности Китая. Для исследования использовалась модель ARIMA для прогнозирования потребления угля, цен и инвестиций в 2016–2030 гг. На основе результатов прогнозирования сравнивались тенденции эволюции предсказанных переменных. Автор отдает предпочтение данной методике из совокупности других методов благодаря доступности информации по временным рядам [9]. При этом преимущество ARIMA перед другими аналогичными методами состоит в возможности определения наиболее подходящей модели для соответствующего временного ряда [10]. Данный метод эффективен и надежен для прогнозирования инвестиций, в том числе в энергетическую отрасль, благодаря своей гибкости и упорядоченному поиску подходящей модели на каждом этапе [11].

В исследовании В.А. Al-Abdulrazag применены методы регрессии для моделирования иорданских частных инвестиций в основной капитал строительной отрасли [12]. В работе исследованы частные инвестиции в строительство в Иордании для формирования более полной картины структуры отрасли, а также ее будущего развития. Данное исследование также направлено на рассмотрение стационарности данных, используемых с процедурами коинтеграции и дифференциальной регрессии, чтобы гарантировать, что окончательно установленная модель является статистически достоверной и годной для более широкого применения в аналогичных исследованиях, а также для практического использования.

Модели множественной регрессии также задействованы в более позднем исследовании S.T. Ng при рассмотрении вопросов прогнозирования частных инвестиций в строительство в Гонконге. Кроме этого, автором были рассмотрены модели VEC (англ. vector-error correction – векторное исправление ошибок), была поставлена задача выявления лучшей модели с точки зрения их точности и способности обрабатывать нестационарные данные временных рядов. Автор пришел к выводу, что при обработке нестационарных данных модель VEC считается более точной и надежной. При этом установлено, что результаты прогнозирования инвестиций чувствительны к общим экономическим условиям (валовому внутреннему продукту, уровню безработицы и т.д.) и в условиях экономической нестабильности для более точных прогнозов необходимо применять модели множественной регрессии. Валовой внутренний продукт, например, может отражать способность инвесторов платить за строительные объекты, в то время как уровень безработицы используется в качестве косвенного показателя готовности конечных пользователей приобретать строительные объекты [13]. Автор допускает, что прогнозирование на основе регрессионного анализа может дать более точные результаты. При этом реализация такого подхода (особенно для расчета прогноза на несколько периодов вперед) затруднительна в практическом плане, поскольку для расчета прогнозных значений по зависимой переменной зачастую необходимо предсказывать будущие значения по одному или нескольким факторам.

Следует отметить, что модели VEC применялись к прогнозированию различных экономических показателей, таких как безработица [14], процентные ставки [15], обменные курсы [16], фондовые рынки [17] и цены на жилье [18]. При этом данные модели редко применялись для прогнозирования инвестиций в основные средства. В свою очередь В.Н. Goh высказал мнение, что метод VEC может стать перспективным инструментом для прогнозирования инвестиций в недвижимость. Было предложено сравнить метод VEC с традиционными моделями, чтобы установить новый эталон для прогнозирования спроса на строительство. В этом исследовании использовались и сравнивались модель VEC и традиционная модель множественной регрессии с разностными данными (для обработки нестационарных данных) [7].

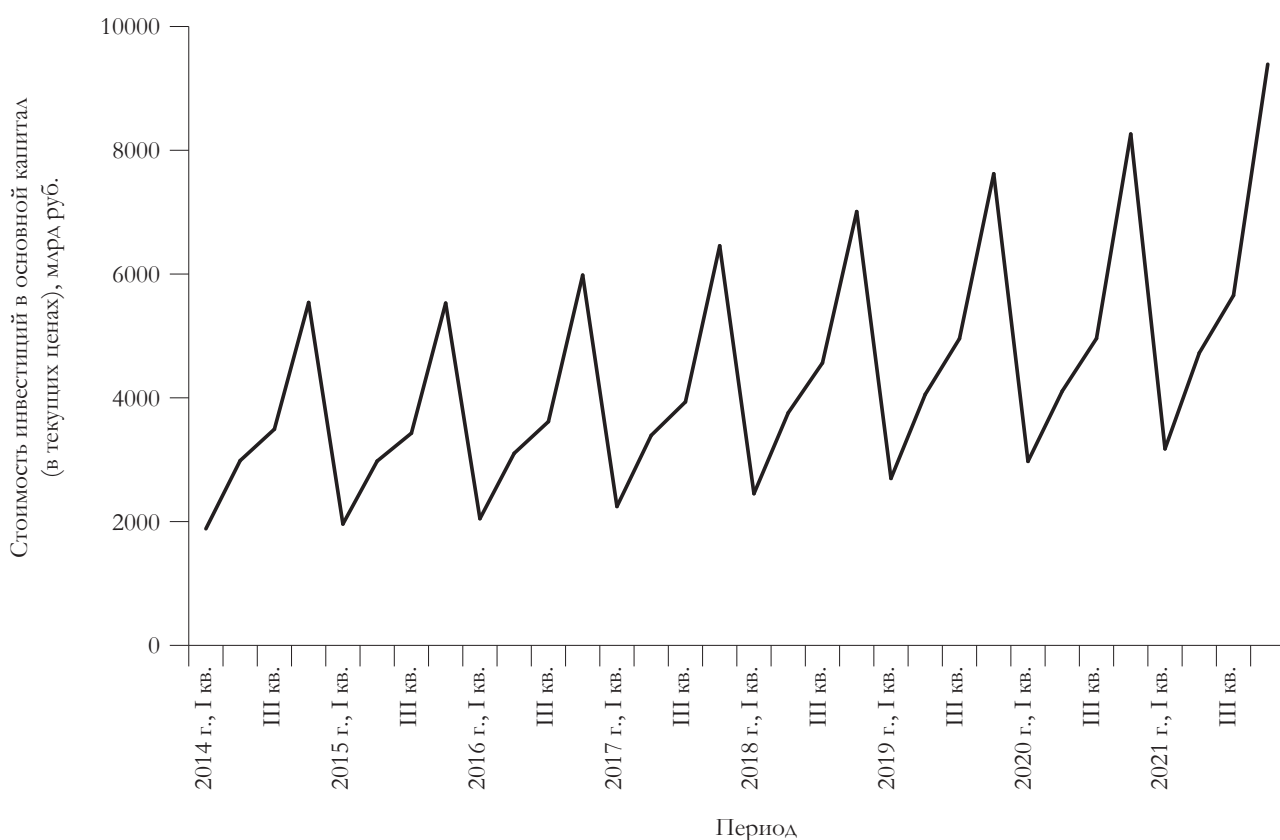
По мнению некоторых авторов, основной принцип прогнозирования заключается в простоте его реализации. При этом простота в прогнозировании заключается в простоте используемых методов, научных положений, взаимосвязей в моделях и между моделями, полученных прогнозов и решений для понимания всех этапов прогнозирования лицами, принимающими решения. Простота используемых методов уменьшает, а сложность – увеличивает ошибки прогноза. Комбинирование прогнозов с использованием различных методов и моделей снижает ошибки прогнозов вне выборки, если методы и модели достоверны [19]. Так, например, для прогнозирования рынка инвестиций в жилье Федеральная резервная система США часто использует комбинированные прогнозы, в том числе на длительную перспективу, которые показывают снижение ошибок прогнозирования. Для реализации таких прогнозов используются квартальные средние месячные данные, на основе которых формируются согласованные (медианные) прогнозы роста реальных инвестиций в жилье с учетом результатов опроса (не менее

50 вопросов) по домохозяйствам (не менее 500 домохозяйств). Важно заметить, что прогнозы Федеральной резервной системы США, а также частные прогнозы роста инвестиций в жилье имеют высокую степень точности [20].

Обзор показал, что в академических кругах используется широкий набор методов для прогнозирования инвестиций в основной капитал. Однако чтобы свести к минимуму разрывы между моделированием и реальностью, необходимы исследования более интегрированных моделей оптимизации факторов, которые характеризуют более широкий спектр неопределенностей. В частности, установлено, что исследования в этой области обычно связаны с использованием упрощенных моделей и предположений, которые отделяют соответствующие подходы от реальности и тем самым не раскрывают реальные проблемы переноса моделирования в реальный мир [21].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Для выбора оптимальной модели прогнозирования объемов инвестиций в основной капитал рассмотрен график временного ряда (рис. 1), а также проанализированы автокорреляционная функция (рис. 2) и частная автокорреляционная функция (рис. 3).



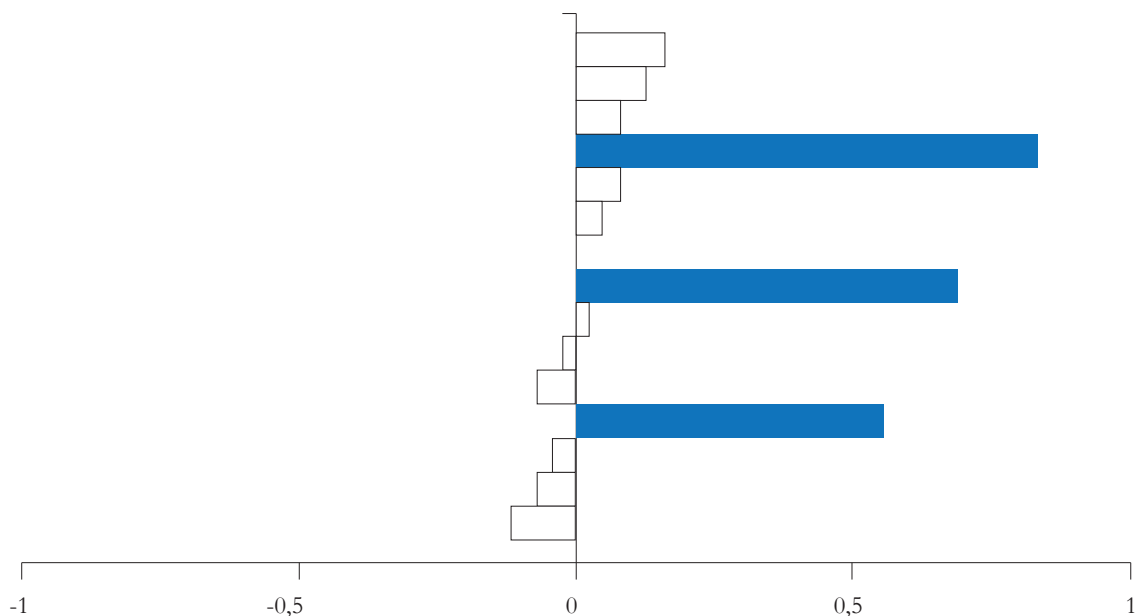
Составлено автором по материалам исследования

Рис. 1. Стоимость инвестиций в основной капитал (в текущих ценах) в динамике за 2014–2021 гг.

Динамика показателя демонстрирует наличие сезонных колебаний с периодичностью в четыре квартала, а также тенденцию к возрастанию объема инвестиций. Также наблюдается увеличение стоимости инвестиций к аналогичному периоду (кварталу) в предыдущие годы.

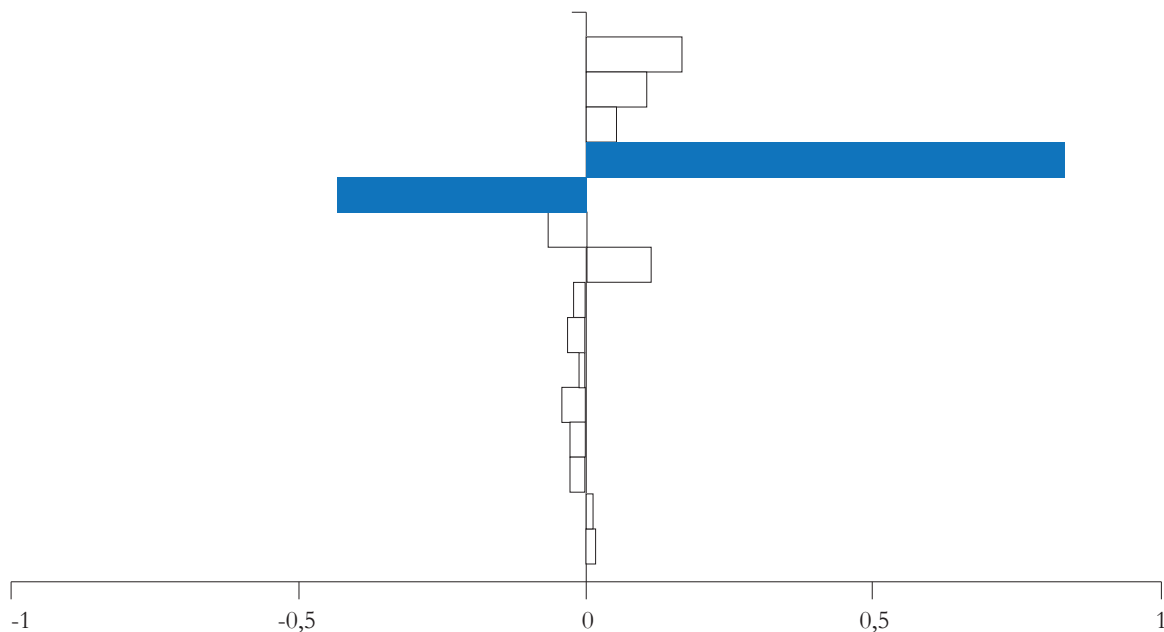
Ввиду того, что амплитуда сезонных колебаний со временем возрастает, имеется предположение о возможности построения мультипликативной модели с целью прогнозирования значений показателя во времени.

В таблице 1 представлены результаты расчетов и прогнозирования на два года (8 кварталов) вперед (I квартал 2022 г. – IV квартал 2023 г.) на основе методологии построения мультипликативной модели временного ряда.



Составлено автором по материалам исследования

Рис. 2. График автокорреляционной функции переменной «Стоимость инвестиций в основной капитал»



Составлено автором по материалам исследования

Рис. 3. График частной автокорреляционной функции переменной «Стоимость инвестиций в основной капитал»

Таблица 1

**Результаты расчетов и прогнозирования показателя «Стоимость инвестиций в основной капитал (в текущих ценах), млрд руб.» на основе мультипликативной модели**

Год	Номер квартала	Порядковый номер уровня динамического ряда ( $t$ )	Значение трендовой компоненты ряда динамики ( $Tt = 2961,055 + 81,61t$ )*	Значение сезонной компоненты ( $S_t$ )	Прогнозное значение ( $Y_t$ )
2022	I	33	5664,19	0,583	3298,84
	II	34	5735,80	0,851	4878,41
	III	35	5817,41	0,993	5777,11
	IV	36	5899,02	1,573	9279,05

Год	Номер квартала	Порядковый номер уровня динамического ряда ( $t$ )	Значение трендовой компоненты ряда динамики ( $Tt = 2961,055 + 81,61t$ )*	Значение сезонной компоненты ( $S_t$ )	Прогнозное значение ( $Y_t$ )
2023	I	37	5 980,53	0,583	3 594,56
	II	38	6 062,24	0,851	5 158,96
	III	39	6 143,85	0,993	6 100,84
	IV	40	6 225,46	1,573	9 793,64

\* компонента рассчитана с помощью аналитического выравнивания

Составлено автором по материалам исследования

Далее была оценена статистическая значимость модели. Коэффициент детерминации (R-квадрат), равный 0,99, указывает на то, что выбранная модель объясняет 99 % общей вариации уровней временного ряда. Расчет F-критерия Фишера для оценки адекватности модели данным наблюдения показал следующий результат:  $F = 2610,85$ ,  $F_{критич.} = 4,17$ . Так как  $F > F_{критич.}$  – модель статистически значима.

Для сравнения результатов прогнозирования использован инструментальный построения моделей ARIMA, поскольку она является наиболее часто используемой моделью временных рядов в прогнозном анализе. С учетом минимальных значений информационных критериев (Информационный критерий Акаике, Байесовский информационный критерий, информационный критерий Ханнана — Куинна) наиболее оптимальной была признана ARIMA (4, 1, 0). Результаты расчетов и прогнозирования представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Результаты расчетов и прогнозирования показателя «Стоимость инвестиций в основной капитал (в текущих ценах), млрд руб.» на основе модели ARIMA (автоматический прогноз)**

Год	Номер квартала	Стандартная ошибка	Нижняя граница 95% доверительного интервала	Верхняя граница 95% доверительного интервала	Прогнозное значение ( $Y_t$ )
2022	I	227,431	3 610,45	4 501,96	4 056,20
	II	268,642	4 827,99	5 881,05	5 354,52
	III	282,897	5 582,59	6 691,53	6 137,06
	IV	287,697	9 295,93	1 0423,7	9 859,80
2023	I	387,080	3 772,45	5 289,78	4 531,12
	II	420,808	4 910,81	6 560,35	5 735,58
	III	433,184	5 615,73	7 313,78	6 464,75
	IV	437,144	9 375,95	1 1089,5	1 0232,7

Составлено автором по материалам исследования

Статистическая значимость модели подтверждена тестами на нормальность остатков (р-значение равно 0,59, что больше 0,05) и теста автокорреляции в остатках (анализ коррелограммы остатков), а R-квадрат равен 0,99.

На графике (рис. 4) представлено сопоставление расчетных значений по двум использованным методикам. Если в течение рассматриваемого периода (до конца 2021 г.) расчетные значения по обоим методикам довольно тесно описывают изменения показателя, то прогнозные значения начинают расходиться, причем с течением времени разница в прогнозах изменяется.

В целом можно констатировать, что обе методики прогнозируют рост инвестиций в основной капитал (с учетом сезонной компоненты). Наиболее оптимистичный прогноз показала ARIMA модель. Так, на конец прогнозного периода (IV квартал 2023 г.) прогнозируется увеличение стоимости инвестиций в основной капитал до 10 232,7 млрд руб., что превышает значения последнего квартала предпрогнозного (2021 г.) на 842,3 млрд руб. Прогнозное значение показателя по мультипликативной модели в IV квартале 2023 г. составило 9 793,64 млрд руб., что на 403,24 млрд руб. превышает значение IV квартала 2021 г.



Составлено автором по материалам исследования

Рис. 4. Сравнение расчетных значений моделирования и прогноза показателя «Стоимость инвестиций, млрд руб.» с динамикой стоимости инвестиций

Ввиду того, что никакой прогноз не может предсказать изменение показателя со стопроцентной вероятностью, в практической управленческой деятельности можно использовать результаты комбинированных прогнозов, при этом выбранные методики должны быть научно обоснованы. Таким образом, на основе полученных по двум методикам прогнозных значений переменной, сформулирован усредненный (комбинированный) прогноз стоимости инвестиций, результаты которого представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Расчетные усредненные значения показателя «Стоимость инвестиций в основной капитал (в текущих ценах), млрд руб.»**

Год	Номер квартала	Исходные значения показателя за анализируемый период	Усредненные расчетные значения по двум методикам	Отклонение (+/-) усредненных расчетных значений от исходных значений показателя
2019	I	2 697,1	2 715,6	18,5
	II	4 055,6	3 831,9	-223,7
	III	4 956,3	4 536,5	-419,8
	IV	7 620	7 375,5	-244,5
2020	I	2 972,8	2 939,2	-33,7
	II	4 108,6	4 161,9	53,3
	III	4 959,2	4 992,2	33,0
	IV	8 262,3	7 837,2	-425,2
2021	I	3 175,6	3 176,8	1,2
	II	4 724,4	4 457,6	-266,8
	III	5 655	5 271,7	-383,3
	IV	9 390,4	8 278,8	-1 111,7



Год	Номер квартала	Исходные значения показателя за анализируемый период	Усредненные расчетные значения по двум методикам	Отклонение (+/-) усредненных расчетных значений от исходных значений показателя
<i>Усредненный (комбинированный) прогноз</i>				
2022	I	-	3 866,9	-
	II	-	5 235,5	-
	III	-	6 047,1	-
	IV	-	9 714,6	-
2022	I	-	4 297,0	-
	II	-	5 591,4	-
	III	-	6 373,8	-
	IV	-	10 123,0	-

*Составлено автором по материалам исследования*

Следует также заметить, что вероятность исполнения прогноза в значительной степени зависит от внешних и внутренних факторов, которые могут повлиять на реализацию прогноза.

Анализируя результаты прогнозирования, можно говорить о преимуществах и недостатках различных видов моделей. Так, с одной стороны, из всего множества ARIMA являются одними из наиболее научно обоснованных моделей прогнозирования изменения в динамических рядах, с другой стороны – для построения адекватной модели требуется большое количество наблюдений (как правило, не менее сорока), а также могут возникнуть трудности при выборе оптимального варианта модели. В свою очередь модели экспоненциального сглаживания нацелены главным образом не на обоснование зависимостей, а на «внешнее» описание динамики. В связи с этим зачастую наиболее точные прогнозы показателя в условиях сезонности могут давать аддитивные и мультипликативные и даже более простые модели. С учетом того, что каждый метод моделирования имеет свои недостатки, это не предполагает, что нужно от какого-то из них отказываться. Ставя перед собой научную задачу, нужно обращаться к более подходящей для конкретных условий прогнозной модели с учетом как положительных, так и отрицательных сторон их построения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ литературы показал зарубежную практику в части использования набора методов и моделей прогнозирования в основной капитал. Так, наиболее востребованными для прогнозирования инвестиций оказались регрессионные модели (в том числе многофакторные), ARIMA, VEC моделирование и некоторые другие. Построение прогнозной модели сводится к получению наиболее точного прогноза, при этом его качество зависит от различных факторов, таких как политическая, экономическая обстановка, состояние социальной сферы и т.д. Важный инструмент повышения точности прогноза – комбинирование различных методов и обобщение результатов.

Практическая реализация инструментария прогнозирования инвестиций в основной капитал Российской Федерации продемонстрировала рост показателя (с учетом сезонной компоненты) по результатам применения обоих методов. Обе реализованные методики подходят для прогнозирования стоимости инвестиций в основной капитал в ежеквартальном выражении.

Уход с российского рынка западного капитала (ввиду ужесточения санкционной политики в отношении России) в ближайшей перспективе может сказаться на общем объеме инвестиций в основной капитал. В связи с этим может наблюдаться резкое сокращение иностранных инвестиций (в частности, из стран Запада). При этом объемы инвестирования могут и не измениться ввиду преобразования структуры инвесторов, что может быть обусловлено действием эффекта вытеснения. Так, например, поддержка отечественного бизнеса может быть обеспечена и за счет внутренних резервов, в том числе за счет корректировки и дельнейшей реализации государственных программ. С точки зрения государства, любое значительное отклонение от первоначально запланированной инвестиционной программы должно быть обоснованным и учитывать потребности общества, бюджетные ограничения и потенциальные

последствия. Без серьезной оценки возможного воздействия на общество и экономику любое резкое изменение политики может привести к необратимым последствиям в долгосрочной перспективе. В данном аспекте точный прогноз инвестиций в основной капитал имеет решающее значение для разработки государственной инвестиционной политики, он важен, в частности, для принятия решений в части развития отраслей народного хозяйства, ипотечного кредитования, регулирования портфельных инвестиций [20].

### Библиографический список / References

1. Hodgins C.D., Tanner J.E. Forecasting nonresidential building construction. *Canadian Journal of Economics*. 1973;6(1):79–89.
2. Killingsworth R.A. Preliminary investigation into formulating a demand forecasting model for industrial construction. *Cost Engineering*. 1990;32(8):11–15.
3. Tang J.C.S., Karasudhi P., Tachopiyagoon P. Thai construction industry: demand and projection. *Construction Management and Economics*. 1990;8(3):249–257.
4. Akintoye A., Skitmore M. Models of UK private sector quarterly construction demand. *Construction Management and Economics*. 1994;12(1):3–13.
5. Tse R.Y.C., Ho C.W., Ganesan S. Matching housing supply and demand: an empirical study of Hong Kong's market. *Construction Management and Economics*. 1999;17(5):625–633.
6. Ng S.T., Skitmore M., Wong K.F. Genetic algorithm and linear regression for private housing demand forecast. *Building and Environment*. 2008;43(6):1171–1184.
7. Goh B.H., Teo H.P. Forecasting construction industry demand, price and productivity in Singapore: the Box-Jenkins approach. *Construction Management and Economics*. 2000;18(5):607–618.
8. Fullerton T.M., Laaksonen M.M., West C.T. Regional multi-family housing start forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*. 2001;17(2):171–180.
9. Jiang S., Yang C., Guo J., Ding Z. ARIMA forecasting of China's coal consumption, price and investment by 2030. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*. 2018;13:190–195. <http://dx.doi.org/10.1080/15567249.2017.1423413>
10. Sen P., Roy M., Pal P. Application of ARIMA for forecasting energy consumption and GHG emission: a case study of an Indian pig iron manufacturing organization. *Energy*. 2016;116:1031–1038. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.10.068>
11. Yeboah S., Ohene M., Wereko T.B. Forecasting aggregate and disaggregate energy consumption using ARIMA models: a literature survey. *Journal Statistical Economics Methods*. 2012;1(2):71–79.
12. Al-Abdulrazag B.A. The determinants of private construction investment in Jordan: an empirical study (1972–1996). *Damascus University Journal*. 2003;19:15–35.
13. Ng S.T., Fan R.Y.C., Wong J.M.W. An econometric model for forecasting private construction investment in Hong Kong. *Construction Management and Economics*. 2011;29(5):519–534. <https://doi.org/10.1080/01446193.2011.570356>
14. Brüggemann R. Sources of German unemployment: a structural vector error correction analysis. *Empirical Economics*. 2006;31(2):409–431.
15. Tan H.B., Baharumshah A.Z. Dynamic causal chain of money, output, interest rate and prices in Malaysia: evidence based on vector error-correction modelling analysis. *International Economic Journal*. 1999;13(1):103–120.
16. Van Aarle B., Boss M., Hlouskova J. Forecasting the Euro exchange rate using vector correction models. *Review of World Economics*. 2000;136(2):232–258.
17. Mayasami R.C., Koh T.S. A vector error correction model of the Singapore stock market. *International Review of Economics and Finance*. 2000;9(1):79–96.
18. Brissimis S.N., Vlassopoulos T. The interaction between mortgage financing and housing prices in Greece. *Journal of Real Estate Finance and Economics*. 2009;39(2):146–164.
19. Green K.C., Armstrong J.S. Simple versus Complex Forecasting: The Evidence. *Journal of Business Research*. 2015;68(8):1678–1685. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.03.026>
20. Baghestani H. Forecasts of growth in US residential investment: accuracy gains from consumer home-buying attitudes and expectations. *Applied Economics*. 2021;52:3744–3758. DOI: <https://doi.org/10.1080/00036846.2021.1885613>
21. Mohseni S., Brent A.C., Kelly S., Browne W.N. Demand response-integrated investment and operational planning of renewable and sustainable energy systems considering forecast uncertainties: A systematic review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022;158:112095. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112095>