

ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ФИНАНСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ*

Ирик Зирягович МУХАМЕТЗЯНОВ,^{a*}

Илья Дмитриевич ПИОРУНСКИЙ^b,

Гульнара Ириковна СУМБЕРГ^c

^a доктор физико-математических наук,
профессор кафедры информационных технологий и математики,
Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ),
Уфа, Российская Федерация
mm_ugntu@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8640-1654>
SPIN-код: 4326-1568

^b управляющий партнер,
ООО «Кемикал Лидерс»,
Москва, Российская Федерация
info@chemicalleaders.com
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

^c финансовый директор,
ОАО «Эпос»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация
gulnara.sumberg@gmail.com
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

* Ответственный автор

История статьи:

Reg. № 419/2021
Получена 19.07.2021
Получена в
доработанном виде
30.07.2021
Одобрена 11.08.2021
Доступна онлайн
29.10.2021

УДК 332.055, 338.45
JEL: C32, C53, L25

Аннотация

Предмет. Анализ экономической деятельности крупного предприятия и прогноз основных технико-экономических показателей.

Цели. Разработка аналитических инструментов анализа бизнеса по данным официальной отчетности, направленных на повышение достоверности знаний о состоянии бизнеса предприятия.

Методология. Использовались методы анализа технико-экономических показателей, интеллектуального анализа многомерных данных, методы прогнозирования, модели временных рядов и динамические многофакторные регрессии.

Результаты. Разработан инструментарий оценки управленческих решений на основе волатильности доходных и расходных показателей, позволяющий оценить эффективность технико-экономических решений. Разработан гибридный подход прогнозирования основных технико-экономических показателей на основе моделей, сочетающих динамические многофакторные регрессии, многофакторные авторегрессионные модели и адаптивные модели прогнозирования. Апробация предложенных аналитических инструментов анализа бизнеса по данным официальной отчетности выполнена на материалах трех крупных промышленных предприятий химического комплекса.

* Статья подготовлена при финансовой поддержке ООО «Кемикал Лидерс».

Ключевые слова:
инструментальный
анализ технико-
экономических
показателей,
волатильность,
прогнозирование

Выводы. Предложенные инструментальные методы анализа могут быть интегрированы в комплекс аналитики предприятия миноритарными акционерами или потенциальными инвесторами, не имеющими доступа к управленческой отчетности, рекомендуются в качестве аналитических инструментов в области бизнес-консалтинга и анализа бизнеса для разных целей, в том числе инвестиционных, и направлены на повышение достоверности знаний о состоянии бизнеса предприятия по данным официальной отчетности.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2021

Для цитирования: Мухаметзянов И.З., Пиорунский И.Д., Сумберг Г.И. Оценка деятельности химического предприятия на основе комплексного анализа динамики технико-экономических и финансовых показателей // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2021. – Т. 20, № 10. – С. 1833 – 1860.
<https://doi.org/10.24891/ea.20.10.1833>

Введение

Оценка экономической деятельности крупного предприятия, в том числе для инвестиционных целей, базируется на анализе большого количества показателей – технико-экономических, финансовых, управленческих и др. Экономический анализ должен дать ответы на два основных вопроса – насколько эффективно работает предприятие сейчас и, что более важно для инвестиционного анализа, каковы перспективы дальнейшего развития и прогнозы основных показателей финансовой деятельности [1, 2].

Для аналитических агентств, которые не являются прямыми участниками экономической деятельности, задача экономического анализа осложняется следующими ограничениями: анализ выполняется по ограниченной информации, только на основе мониторинга основных финансово-экономических показателей предприятия, взятых из открытых и официальных источников (например, годовой отчет, бухгалтерская отчетность предприятия, подготовленная по РСБУ, годовая консолидированная финансовая отчетность по МСФО). Любые другие данные могут дополнять официальную отчетность и служить только косвенными подтверждениями тех или иных тенденций, установленных на основе мониторинга официальных данных. Ограниченность информации требует привлечения современных методик анализа данных и их обработки на основе экономико-математических моделей. Актуальным является извлечение значимой информации (экспертные знания) на основе интеллектуального анализа данных, что позволяет правильно оценить бизнес-среду, перспективы работы предприятия, разработать и улучшить стратегические и инвестиционные решения и предотвратить риски.

Как отражение функционирования целостного организма, показатели экономической деятельности взаимосвязаны, и результат любого воздействия на этот организм отражается на изменениях отдельных или группы показателей. В нашем исследовании разработан инструментарий оценки результата воздействия

на экономическую систему на основе анализа волатильности большого числа взаимосвязанных показателей. В основу инструмента положен принцип черного ящика, когда заранее неизвестно, были ли проведены какие-либо изменения в рассматриваемом объекте, и анализ выполняется только по данным вход-выход. Результат включает оценку степени воздействия и экономический результат (в денежном эквиваленте).

Другим актуальным вопросом экономического анализа является прогнозирование целевых показателей. Следуя работе [3], наиболее популярными подходами для прогнозирования показателей на краткосрочный и среднесрочный периоды являются эконометрические методы прогнозирования, представленные системой одновременных уравнений [4–6] и модели временных рядов [7, 8]. Нами представлен гибридный метод прогнозирования основных технико-экономических показателей на основе эконометрических моделей, сочетающий многофакторные регрессионные модели, модели временных рядов и адаптивные модели прогнозирования. Такой подход позволяет осуществлять прогнозирование технико-экономических показателей с учетом динамики и тенденций изменения всего множества показателей, отражающих различные аспекты деятельности.

Объекты исследования, описание исходных данных, группирование показателей

Ограничения по выбору предприятий для анализа. В качестве объектов исследования рассматриваются крупные предприятия, которые характеризуются инертностью производственных процессов. Невозможность в короткие сроки поменять структуру выпуска продукции, производственных процессов дает больше оснований полагать, что текущие финансовые, технико-экономические и другие показатели с высокой вероятностью определяют те же показатели будущих периодов. Для компаний с низкой инертностью, таких как торговые организации ритейлеров, IT-компании и другие, предложенный анализ не может быть использован в силу высокой динамичности системы.

Рассматриваются только предприятия с организационно-правовой формой акционерного общества. Такие общества обязаны раскрывать существенную информацию о своей деятельности согласно Положению о раскрытии информации эмитентами эмиссионных ценных бумаг¹. Все данные для анализа деятельности акционерных обществ доступны в открытых источниках, например, на информационном портале Центра раскрытия корпоративной информации².

С учетом изложенных ограничений в качестве объектов апробации и анализа результатов предложенных методик были выбраны крупные производственные

¹ О раскрытии информации эмитентами эмиссионных ценных бумаг: Положение Банка России от 30.12.2014 № 454-П (ред. от 25.05.2018).

² Центр раскрытия корпоративной информации. URL: <https://www.e-disclosure.ru/>

предприятия химической промышленности России – АО «Каустик»³; ПАО «Химпром»⁴; ПАО «Уфаоргсинтез»⁵.

Описание исходных данных. Важным критерием при выборе предприятий для анализа является количество наблюдений, охватывающее широкий временной интервал (не менее 10 лет), и периодичность наблюдений основных технико-экономических показателей, доступных для анализа.

База данных для анализа деятельности предприятия формируется на основе форм бухгалтерской, финансовой и статистической отчетности (данные статей активов и пассивов предприятия, данные из отчета о прибылях и убытках, отчета о движении денежных средств, данные об объеме производства, ценах на продукцию компании, о численности персонала, производительности труда, объеме экспорта, доле рынка и т.д.). Набор показателей для разных предприятий различается по ряду частных показателей, отражающих специфику производства и структуру выпускаемой продукции, а также по объему раскрытия информации.

Ограничения в использовании данных. Рассматриваемые предприятия входят в состав промышленных групп. Так, АО «Каустик» входит в группу компаний «Никохим»; ПАО «Химпром» владеет дочерними предприятиями, отчетность которых не включена в данные отчета по головному предприятию; ПАО «Уфаоргсинтез» является частью группы компаний ПАО «Башнефть». При подготовке данных это учитывалось и по необходимости и возможности данные были скорректированы с учетом межгрупповых операций. Однако в силу специфики организационной структуры бизнеса и требований РСБУ данные могут не полностью или некорректно (в силу трансфертного ценообразования) отображать состояние бизнеса.

Группирование показателей. Финансово-экономические показатели предприятия позволяют оценить и проанализировать общую эффективность организации и масштабы финансово-хозяйственной деятельности. Специфика открытых финансово-экономических показателей предприятия состоит в том, что они дают обобщенную характеристику объекта и не раскрывают причинно-следственного содержания факторов, оказавших влияние на изменение тех или иных показателей финансово-экономического положения субъекта хозяйствования.

Чтобы проанализировать результаты работы предприятия не только по отдельным показателям, исходные данные целесообразно разбить на укрупненные группы, близкие по ряду признаков. Хотя показатели, входящие в одну группу коррелированы между собой, но они различаются, поскольку отражают различные аспекты деятельности. В совокупности они определяют некоторое направление

³ АО «Каустик». URL: <https://www.kaustik.ru/>

⁴ ПАО «Химпром». URL: <https://www.himprom.com/>

⁵ ПАО «Уфаоргсинтез». URL: <https://ufaorgcintes.ru/>

изменения или развития этой группы показателей и являются важной частью аналитического исследования.

В соответствии с общими рекомендациями [1, 2] показатели представлены в виде двух укрупненных группировок: показатели, характеризующие финансовые результаты деятельности хозяйствующего субъекта, и показатели, характеризующие различные стороны рентабельности. Последние разбивают на группы показателей, определенные как доходные и расходные. При группировании мы использовали подход риск-менеджмента, основанный на выделении наборов финансовых и нефинансовых показателей эффективности, которые служат ориентиром для принятия решений в организации [9–13]. Адекватная система измерения эффективности способствует повышению осведомленности обо всех источниках рисков и принятия решений во всех аспектах деятельности организации.

В *табл. 1* представлены группы показателей, определенные при аналитическом исследовании АО «Каустик». Аналитическое исследование требует соотнести результаты деятельности компании на рынке и рассматривать группу рыночных показателей, которые рассчитываются по соответствующим методикам на основе основных показателей [9, 10]. Это такие показатели, как стоимость компании, доля рынка и другие, отраженные в группе «Оценка и рынок» в *табл. 1*. Также в эту группу могут быть включены параметры, определяющие рыночную динамику сектора экономики, в частности, в данном случае использовался фондовый индекс Московской биржи химии и нефтехимии (МОЕХСН). Индекс является отражением общей рыночной динамики для данной отрасли и в рамках исследования определяет степень внешнего рыночного воздействия на компанию. Дополнительную группу составляют прочие финансовые показатели, включающие все аспекты деятельности. В зависимости от объема раскрытия данных для каждого предприятия эта группировка будет меняться.

Таким образом, экспертно определены влияющие на состояние бизнеса укрупненные факторы – доходные, расходные, финансовый результат, оценка и рынок, прочие финансовые.

При группировании показателей мы следовали концепции факторного анализа, в соответствии с которой факторы – влияющие величины, не поддаются непосредственному измерению и находятся за рамками изучаемого явления. Переменные – наблюдаемые величины, непосредственно измеряемые, находятся на поверхности изучаемого явления [14]. При использовании модели однофакторного анализа измеряемые переменные каждой группы зависят от одного скрытого фактора. Взаимосвязь переменной от фактора определяется факторной нагрузкой λ ($|\lambda| < 1$). Каждая измеряемая переменная также включает в себя компонент из-за независимой случайной изменчивости. Высокие значения факторной нагрузки для каждой переменной в группе указывают на корректность отнесения переменной к группе.

Высокие значения факторных нагрузок для сгруппированных показателей АО «Каустик» в табл. 1 (факторные нагрузки получены на основе расчетов данных динамики показателей каждой группы с использованием встроенной функции `factoran()` системы MatLab) показывают, что один общий фактор в однофакторной модели дает большой положительный вес почти всем переменным по каждой из определенных групп. Одна из интерпретаций этого состоит в том, что группирование переменных выполнено корректно.

Исходной предпосылкой анализа является наличие взаимосвязи (корреляции) между несколькими переменными в каждой группе, отраженной в матрице парных корреляций. Это позволяет строить регрессионные модели между показателями, выбранными по одному в каждой группе, и обеспечивает взаимозаменяемость показателей. Высокие значения коэффициентов корреляции являются другим важным критерием для обоснования экспертной процедуры группирования данных. В случае, если между некоторыми показателями одной группы корреляция слабая, каждый из них будет вносить отдельный вклад в общую тенденцию посредством дополнительной модели множественной регрессии.

Трансформация данных. Для совместного использования данных, выраженных в различных единицах измерения, и согласования данных различного масштаба необходимо выполнить нормализацию показателей. При использовании в анализе модели временных рядов данные нормируются путем приведения каждого показателя к значению показателя в первом периоде.

Для финансовых показателей до нормализации необходимо провести процедуру дисконтирования данных на уровень инфляции за рассматриваемый период.

Оценка результата при внутренних воздействиях на основе анализа волатильности показателей

Для стороннего наблюдателя (не специалиста), не участвующего в процессах экономической деятельности, трудно понять причинно-следственные изменения в данных, такие как резкие скачки, изменения в тенденциях. Например, могли произойти технические или технологические новшества, изменения конъюнктуры рынка, управленческие решения. Именно эти случаи необходимо уметь идентифицировать и исключить (нивелировать) их влияние на тенденции, закономерности и прогнозирование. Поэтому в дополнение к экспертному подходу, необходимо использовать формализованные технические приемы обработки данных, выявляющие такие закономерности.

Основная идея базируется на том, что волатильность показателя группы расходов является важным предиктором волатильности показателя группы доходов. Многие авторы пытаются объяснить волатильность в промышленности с точки зрения основных макроэкономических показателей [15–17]. В нашем исследовании

аналогичные причинно-следственные связи устанавливаются для отдельных технико-экономических показателей предприятия.

Изменение каждого из показателей за заданный промежуток времени (его волатильность) оценивается с помощью стандартного отклонения. Время изменения определяется величиной лага изменения его волатильности. Предлагаемый метод определения скачков в данных и изменений в тенденциях использует технику скользящего окна. Необходимо рассчитать волатильность каждого показателя для групп «расходные» и «доходные» в фиксированный период, например, 4–6 последовательных наблюдений, начиная с фиксированного момента наблюдений t_0 . Ширину окна (время продолжающегося результата воздействия) обозначим через Δt .

Волатильность определим как стандартное отклонение показателя, приведенное к ширине окна:

$$V_0 = \text{std}(X(t_0), X(t_0 + 1), \dots, X(t_0 + \Delta t)) / \Delta t, \quad (1)$$

где функция $\text{std}()$ возвращает стандартное отклонение ряда наблюдений $X(t)$.

Далее смещаем окно на заданный лаг τ и выполняем расчет волатильности V_1 параметра в следующем окне. Новая точка отсчета равна $t_1 = t_0 + \tau$. Процедуру расчета продолжаем до выбранного завершающего момента времени (конечной точки наблюдения). В качестве критерия существенного изменения исследуемого показателя принимаем кратное (величина задается экспертно) изменение волатильности в определенном окне (временном интервале).

При анализе волатильности параметров необходимо установить границы, достижение и превышение которых указывает на возможное внешнее воздействие на производственный процесс.

Иллюстрация описанной процедуры, выполненная по данным АО «Каустик», представлена на *рис. 1*. На рисунке три параллельных графика волатильности со скользящим окном в 4, 5 и 6 лет соответственно. Период анализа с 2011 по 2019 г. Расходные показатели – «затраты на 1 т», «фонд оплаты труда» (ФОТ), «производительность»; доходные показатели – «объем продукции», «производство соды», «цена соды». Анализ значений волатильности указывает на рост расходов в 2013–2016 гг. и последующий рост цены соды с лагом в два года в 2015–2018 гг. В то же время объем продукции не изменился. Такой результат, скорее всего, обусловлен ростом фонда оплаты труда и мероприятия не носили инвестиционного характера.

Представленный пример демонстрирует, как устанавливаются причинно-следственные связи при вариациях отдельных технико-экономических показателей.

Прогнозирование целевых показателей на основе совместных уравнений множественной регрессии и адаптивных моделей

Основной предпосылкой нашего исследования является инертность крупных промышленных производств. Изменения на таких предприятиях проходят медленно и постепенно и зачастую требуют больших инвестиций. Именно эта особенность позволяет утверждать, что финансовое состояние и данные показателей финансово-экономической деятельности сегодня во многом определяются этими же показателями в предыдущих периодах.

Выбор моделей прогнозирования обусловлен характером и качеством исходных данных, а также сроком прогноза. В случае, когда исследуются суммарные или средние брутто-показатели по многим объектам или всему рынку с периодичностью в один квартал или год и на краткосрочный период, прогнозирование осуществляют в рамках общего класса линейных экстраполяций [4–8]. Модификацией трендовых моделей являются адаптивные методы прогнозирования временных рядов, в которых учитывается информация об отклонениях линейных трендов от наблюдаемых значений прогнозного показателя, что позволяет корректировать коэффициенты модели [18–20]. Другой класс представляют модели прогнозирования с распределенным лагом, где в уравнение регрессии включено как текущее значение объясняющей переменной, так и значения этой переменной в предыдущих периодах [21, 22].

Простая модель множественной регрессии с лагом τ для конечного набора k факторов:

$$Y(t + \tau) = b_0 + b_1X_1(t) + b_2X_2(t) + b_3X_3(t) + \dots + b_kX_k(t). \quad (2)$$

Модель имеет ряд серьезных недостатков. Это прежде всего высокая чувствительность к выбору факторов и расходимость прогноза с увеличением лага или интервала прогноза. Выбор числа факторов ограничен величиной не более 4–5, поскольку в моделях с большим числом факторов, как правило, некоторые из коэффициентов модели не значимые, а модели с 2–3 переменными не учитывают множественные связи и закономерности. Учитывая, что все показатели взаимосвязаны в различной степени, возможно построить уравнения множественной регрессии для всех N факторов с лагом на один период (год, квартал, месяц) [23].

Пусть имеется k групп, состоящих из n_1, n_2, \dots, n_k показателей. Для каждого показателя из группы (например, из первой группы), строим множественную линейную регрессию по наблюдениям показателей других групп (по одному из каждой группы), со смещением на лаг, равный 1:

$$X_{i_1}^j(t+1) = f(X_{i_2}^p(t), X_{i_3}^q(t), X_{i_4}^r(t), X_{i_5}^s(t)), \quad (3)$$

где $i_1 = 1, \dots, n_1, \dots, i_k = 1, \dots, n_k; j \neq p \neq q \neq r \neq s$ – номера групп (все различные).

Согласно комбинаторным формулам, каждый показатель из каждой группы определяется сочетанием показателей из оставшихся групп и число регрессионных уравнений равно n_1, n_2, \dots, n_k . Например, для данных АО «Каустик» (табл. 1) определена пятая факторная модель и число регрессионных уравнений равно $8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 5 = 10\,080$, а число уравнений для каждого из показателей первой группы равно $7 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 5 = 1\,260$. Понятно, что какая-то часть уравнений множественной регрессии может быть неадекватной (или ряд коэффициентов регрессии незначим). Такие уравнения исключаются из процедуры прогнозирования. Остается (согласно выполненным расчетам) в среднем около 10% адекватных моделей, которые используются при построении прогноза.

Положим, что первый фактор определяется z_1 числом уравнений регрессии с лагом, второй фактор определяется z_2 числом уравнений и т.д. Соответственно, N -й фактор определяется z_N числом уравнений. Ключевая идея состоит в том, что зависимость каждого из показателей группы от множества различных факторов других групп и их сочетаний отражает суть случайной величины, результат которой определяется совокупностью большого числа факторов и устойчивостью среднего значения. Поэтому по каждому из z_i уравнений для i -го показателя X_i определим значение прогноза на один период по среднему из z_i значений.

После построения прогноза на один период, выполним расширение значений всех показателей, добавив в ретроспективные данные прогнозные значения. Для полученного набора показателей повторим процедуру построения уравнений множественной регрессии с лагом, описанную ранее. Модели регрессии имеют вид:

$$X_{i_1}^j(t+2) = f(X_{i_2}^p(t+1), X_{i_3}^q(t+1), X_{i_4}^r(t+1), X_{i_5}^s(t+1)). \quad (4)$$

В целях обеспечения корректности пошагового прогноза можно использовать дополнительные ограничения (селекция уравнений): на каждом шаге процедуры будем отсеивать регрессионные уравнения, в которых значения в периоде $t+1$ существенно отличаются от значений в t -м периоде. В качестве таких ограничений выступают экспертные оценки (на основании изучения ретроспективной динамики). Например, исключим из рассмотрения уравнения, имеющие относительное изменение в периоде $t+1$ более 15%.

Построение регрессионной модели выполняется с использованием техники фиксированного скользящего окна. Прогноз строится по фиксированной ретроспективе в данных, например 7 лет. Остальные данные не учитываются. При скользящем прогнозе с фиксированным окном каждая новая точка следующего периода отсекает в данных крайнюю (наиболее удаленную по времени) точку. Какая-то информация о ее влиянии заключена в значении последнего по времени прогноза. При использовании скользящего окна ее влияние постепенно ослабевает.

Учитывая, что ряд показателей имеет свойство сохранять тенденцию в значениях, регрессия (4) может быть дополнена авторегрессионной составляющей, включающей в качестве объясняющей переменной показатель из той же группы (или он же), что и зависимый показатель:

$$X_{i_1}^j(t+1) = f(X_{i_1}^j(t), X_{i_2}^p(t), X_{i_3}^q(t), X_{i_4}^r(t), X_{i_5}^s(t)). \quad (5)$$

Для использования систем совместных уравнений (4) множественной регрессии с лагом имеется ограничение, когда для одного или большего числа параметров модель регрессии не является адекватной. Например, анализ регрессионных моделей по данным ПАО «Химпром» показал, что примерно 30% показателей имеют незначимые модели множественной регрессии, что не позволяет построить прогноз по методике совместных уравнений множественной регрессии с лагом. Решение в такой ситуации достигается в виде синтеза моделей регрессии и адаптивной модели Брауна – Хольта. Адаптивная модель прогнозирования приемлема для рядов, уровень которых меняется относительно некоторой постоянной величины и прогнозные значения зависят некоторым образом от предыдущих периодов (прошлое оказывает влияние на будущее) [18–20]. Для адаптивных моделей также определяются ограничения путем задания доверительного интервала прогноза (например, не более 25%).

Таким образом, модель множественной регрессии для каждого показателя дополняется адаптивной моделью тренда со своим уравнением $X_i(k + \tau) = a_1(k) \tau + a_0(k)$. Эта экстраполяция является проекцией прошлых ценностей или прошлых изменений в них в будущие периоды. Набор коэффициентов вбирает в себя влияние различных факторов, оказывающих влияние на процесс, что позволяет учесть различные причинно-следственные связи в неявной форме в модели прогнозирования.

Итоговый прогноз показателя определяется как среднее прогнозных значений для моделей регрессии и адаптивных моделей. Основанием такого решения является устойчивость среднего значения каждого из показателей группы от множества различных факторов других групп, что отражает суть случайной величины.

Инфографика формирования гибридной модели прогнозирования и формирования прогноза технико-экономических показателей представлена на *рис. 2*. Прогнозирование основано на совместном решении регрессионных моделей для специальным образом определенных групп параметров консолидированной отчетности предприятия. Гибридный подход прогнозирования реализуется на основе решения совместных уравнений множественной регрессии, включающей несколько моделей с распределенным лагом. Такие модели позволяют исключить из рассмотрения текущие значения объясняющей переменной и использовать для формирования прогноза различные переменные в предыдущих периодах.

Регрессионные модели дополнены двумя адаптивными моделями прогнозирования, замыкающими систему совместных уравнений для незначимых моделей регрессии. Прогнозирование выполняется пошаговым способом на заданный период.

Примеры реализации прогнозирования целевых показателей

Прогнозирование целевых показателей на данных ПАО «Уфаоргсинтез». Для анализа определено 20 основных показателей финансово-хозяйственной деятельности ПАО «Уфаоргсинтез», которые разбиты на четыре группы. Сгруппированные данные, в соответствии с пошаговым алгоритмом, описанным ранее, представлены в *табл. 2*. Изменение каждого показателя отслеживается с 2007 по 2020 г. (квартальные данные, всего 56 точек наблюдений).

Используя гибридную модель прогнозирования на данных ПАО «Уфаоргсинтез» можно построить максимальное число ($5 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 5 = 600$) регрессионных моделей, комбинируя показатели по одному из каждой группы. По каждому показателю определены все возможные адекватные модели множественной регрессии, составленные по факторам, взятым по одному из каждой группы. В ряде случаев системы регрессионных уравнений несовместны. Дополнительно исключаются из рассмотрения все модели, по которым прогноз изменяется по отношению к предыдущему значению более чем на заданную погрешность (в тестовых расчетах принято значение 25%).

В дополнение к регрессионной модели для всех показателей выполняется прогноз на основе адаптивной модели Брауна – Хольта. При отсутствии адекватных моделей регрессии в качестве прогноза на 1 лаг берется прогноз на базе адаптивной модели. Во всех случаях адаптивный прогноз включается (взвешенно) в общий прогноз.

Например, при прогнозе показателей ПАО «Уфаоргсинтез», на первый период количество моделей со значимой регрессией равно 77. Отсутствует значимая регрессия для факторов с номерами (по *табл. 2*) 2, 3, 4, 5, 9, 11, 15, 18, 20. Незначимые модели отклоняются, и прогноз для показателей выполняется с использованием адаптивной модели Брауна и Хольта.

Значения прогнозов зависят от длины ретроспективы при прогнозировании – сколько данных предыдущих периодов используется при построении прогноза. Длина ретроспективного окна может быть определена экспертно на основе графических данных прогноза с различными значениями фреймов (скользящих окон). Определенный экспертно параметр вносится в расчетные процедуры (в программу ЭВМ). При этом число периодов не может быть меньше чем $(m - 4)$, где m – число факторов регрессионной модели. Формальная процедура определения оптимальной длины скользящего окна при построении прогнозов выполняется по критерию минимального отклонения фактических данных от прогнозных значений по методике «пост-фактум». Особенность состоит в том, что для различных

показателей, в силу различий данных, оптимальная длины скользящего окна может различаться, иногда существенно.

Анализ случайной группировки факторов по результатам тестовых расчетов показал, что выбор факторов в группы случайным способом смещает прогнозные значения до 50%. Особенность таких ситуаций состоит в уменьшении числа адекватных моделей регрессии. Это обусловлено нарушением межгрупповой независимости факторов. Поэтому прогнозированию должен предшествовать экспертный анализ и группировка факторов на основе анализа матриц парных корреляций и содержательного экономического анализа факторов в группах.

Проверка адекватности предлагаемой методики прогнозирования выполнена по методике «пост-фактум». Для всех показателей выполнен прогноз по ретроспективным данным на временной период с известными значениями (уже состоявшимся). Правильность методики характеризует степень близости значения, полученного на основании серии результатов, к исходно известному значению.

Оценка погрешности такова. Результаты прогнозирования трех основных показателей эффективности деятельности предприятия (валовой выручки, прибыли и EBITDA) представлены на *рис. 3–5*.

По ПАО «Уфаоргсинтез» наблюдаются сильные колебания исходных данных. Связанно это с тем, что в рассматриваемом периоде наблюдались рыночные колебания стоимости основных продуктов производства предприятия. Другой причиной является то, что предприятие входит в группу компаний «Башнефть», и многие транзакции этого юридического лица идут по трансфертным ценам внутри группы. Изменения внутри групповой структуры и налогового законодательства относительно трансфертных цен сильно влияют на финансовые показатели ПАО «Уфаоргсинтез». Но даже в ситуации сильно нестабильных вводных данных модель дает стабильный значимый статистически прогноз.

Прогнозирование целевых показателей на данных ПАО «Химпром». Для анализа определено 28 основных показателей финансово-хозяйственной деятельности ПАО «Химпром», которые разбиты на четыре группы (четырёхфакторная модель). Изменение каждого показателя отслеживается со второго полугодия 2011 г. по первое полугодие 2020 г. (данные по полугодиям, всего 18 точек наблюдений). Сгруппированные данные в соответствии с пошаговым алгоритмом, описанным ранее, представлены в *табл. 3*.

Для анализа ПАО «Химпром» использовались данные консолидированной отчетности по МСФО. Данные консолидированного учета не подвержены влиянию изменений в межгрупповых операциях и трансфертном ценообразовании. Из-за этого исходные данные более стабильны. Это дает более качественный прогноз на основании нашей модели.

Максимальное число регрессионных моделей для анализа и прогнозирования показателей ПАО «Химпром», сгруппированных в *табл. 3*, равно $9 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 7 = 1\,575$. Прогнозирование выполнено в полном соответствии с описанной методикой. Результаты прогнозирования прибыли предприятия представлены на *рис. 6*.

Прогнозирование целевых показателей на данных АО «Каустик». Для анализа определено 32 основных показателя финансово-хозяйственной деятельности АО «Каустик», которые разбиты на пять групп (пятифакторная модель). Изменение каждого показателя отслеживается с 2011 по 2019 г. (годовые данные, всего 9 точек наблюдений). Сгруппированные данные в соответствии с пошаговым алгоритмом представлены в *табл. 1*. Для АО «Каустик» определена пятифакторная модель и число регрессионных уравнений равно $8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 5 = 10\,080$. Прогнозирование выполнено в полном соответствии с описанной методикой. Результаты прогнозирования EBITDA предприятия представлены на *рис. 7*.

Широкий доверительный интервал прогноза и значительные отклонения в прогнозе «пост-фактум» обусловлены малым объемом исходной информации (9 периодов).

Заключение

Непрерывная динамика рынка, изменение спроса и предложения, развитие новых технологий производства, логистика и многое другое повышают риски инвестиций, финансовые риски на рынке и требуют высокой степени достоверности и качественного анализа состояния и перспектив развития предприятия, интересующего реального или потенциального инвестора. Представленные результаты анализа и прогнозирования технико-экономических и финансовых показателей предприятия только по данным официальной отчетности имеют высокую степень актуальности в современных условиях.

Нами изложен инструментарий для анализа деятельности промышленного предприятия на основе технико-экономических и финансовых показателей по данным официальной отчетности. Предложен подход к оценке результата управленческих решений на основе волатильности доходных и расходных показателей, позволяющий оценить эффективность технико-экономических решений на основе анализа и вариации технико-экономических показателей. Представлен гибридный метод прогнозирования основных технико-экономических показателей на основе эконометрических моделей, сочетающий многофакторные регрессионные модели, модели временных рядов и адаптивные модели прогнозирования, позволяющий осуществлять прогнозирование отдельных или всех технико-экономических показателей с учетом динамики и тенденций изменения множества показателей, отражающих различные аспекты деятельности. Анализ результатов на материалах (официальных данных РСБУ или МСФО) трех крупных промышленных предприятий химического комплекса показывает корректность предложенных подходов.

Если в открытых источниках отсутствует информация по некоторым показателям, например, нет объемов производства или цен на продукцию, при прогнозе и анализе других показателей не будут учтены те аспекты деятельности, по которым показатели отсутствуют.

Предложенные инструментальные методы анализа промышленного предприятия рекомендуются в качестве аналитических инструментов в области бизнес-консалтинга и анализа бизнеса для разных целей, в том числе инвестиционных, и направлены на повышение достоверности знаний о состоянии бизнеса интересующего предприятия по данным официальной отчетности. На основании изложенных подходов разработан высокотехнологичный интеллектуальный программный продукт, имеющий компоненты ноу-хау, который успешно используется компанией ООО «Кемикал Лидерс» в задачах анализа бизнеса. Предложенные методы анализа бизнеса могут быть интегрированы в комплекс аналитики предприятия миноритарными акционерами или потенциальными инвесторами, не имеющими доступа к управленческой отчетности.

Таблица 1**Группы показателей финансово-хозяйственной деятельности АО «Каустик» и факторные нагрузки****Table 1****Groups of indicators of financial and economic activity of AO Kaustik and factor loading**

№ п/п	Группы показателей	Факторная нагрузка
Доходные		
1	Общий объем производства	0,55
2	Производство соды	0,79
3	Производство ПВХ	0,45
4	Производство прочих	0,62
5	Цена реализации	0,39
6	Цена каустической соды	0,27
7	Цена ПВХ	0,99
8	Цена прочих	0,86
Расходные		
9	Материальные затраты	0,96
10	Материальные затраты на 1 т	0,99
11	Продажи на 1 руб. материальных расходов	0,86
12	Фонд оплаты труда	0,87
13	Численность персонала	0,1
14	Средняя заработная плата	0,85
15	Производительность труда	-
Финансовый результат		
16	Чистая прибыль	0,42
17	ЕВИТДА	0,6
18	Общая выручка	0,74
19	СарЕх	0,81
20	Чистые активы	0,99
21	Общий долг	0,76
Оценка и рынок		
22	Стоимость компании	0,99
23	EV	0,95
24	Объем экспорта	0,54
25	МОЕХСН	0,28
26	Доля рынка	0,8
Прочие финансовые		
27	Амортизация	0,99
28	Прочие затраты в себестоимости	0,95
29	Прочие доходы	0,54
30	Прочие расходы	0,28
31	Проценты к уплате	0,8
32	Налог на прибыль	0,65

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring

Таблица 2**Группы показателей финансово-хозяйственной деятельности ПАО «Уфаоргсинтез»****Table 2****Groups of indicators of financial and economic activity of PAO Ufaorgsintez**

№ п/п	Группы показателей
Прочие финансовые	
1	Коммерческие расходы
2	Проценты к получению
3	Прочие доходы
4	Прочие расходы
5	Текущий налог на прибыль
Балансовые	
6	Итого активы
7	Основные средства
8	Запасы
9	Дебиторская задолженность
10	Собственный капитал
11	Кредиторская задолженность
Расходные	
12	Себестоимость продаж
13	Средняя численность работников
14	Фонд начисленной заработной платы работников за отчетный период
15	Выплаты социального характера работников за отчетный период
Ключевые финансовые	
16	Выручка
17	Экспорт
18	Капитальные вложения
19	ЕВИТДА
20	Чистая прибыль (убыток)

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring

Таблица 3**Группы показателей финансово-хозяйственной деятельности ПАО «Химпром»****Table 3****Groups of indicators of financial and economic activity of PAO Khimprom**

№ п/п	Группы показателей
Расходные	
1	Налоги, кроме налога на прибыль
2	Прочие доходы
3	Прочие расходы
4	Финансовые расходы (нетто)
5	Расход по налогу на прибыль
6	Материальные расходы
7	Транспортные расходы
8	Услуги сторонних организаций
9	Прочие расходы
Персонал и инвестиции	
10	Фонд оплаты труда
11	Социальные фонды
12	Количество персонала
13	Производительность труда
14	CapEx
Балансовые	
15	Активы
16	Заемные средства
17	Собственные средства
18	Оборотный капитал
19	Денежные средства
20	Амортизация основных средств
21	Основные средства (балансовая стоимость)
Основные финансовые	
22	Выручка
23	Операционная прибыль
24	Чистая прибыль за отчетный год
25	Экспорт
26	ЕБИТДА
27	Капитализация
28	Мультипликатор по ЕБИТДА

Источник: авторская разработка

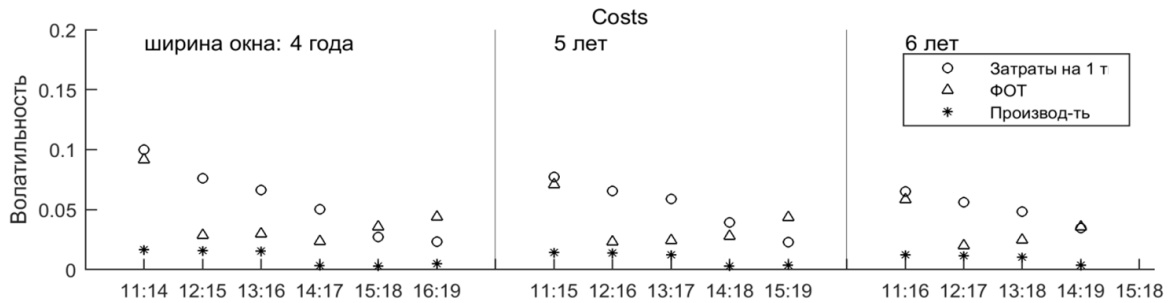
Source: Authoring

Рисунок 1

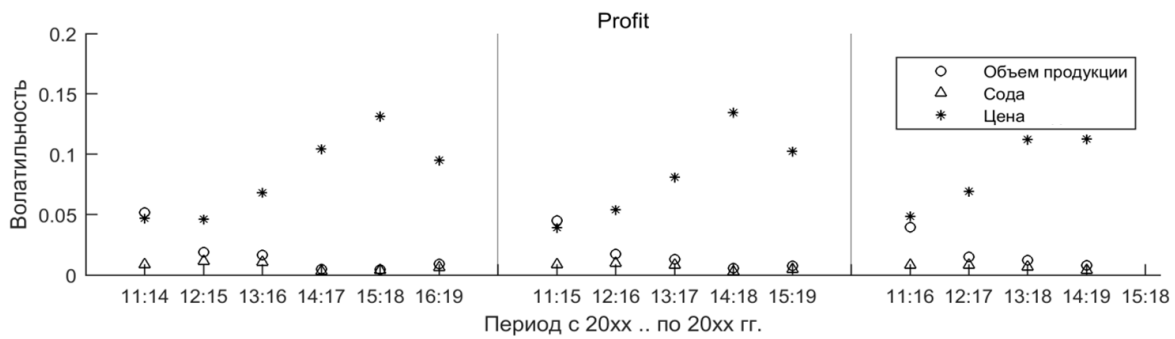
Анализ волатильности показателей на основе техники скользящего окна: а – расходные (costs); б – доходные (profit)

Figure 1

Analysis of volatility of indicators based on the sliding window technique: a – expenditure (costs); b – income (profit)



a



b

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 2

Инфографика формирования гибридной модели прогнозирования и формирования прогноза технико-экономических показателей

Figure 2

Infographics of the formation of a hybrid forecasting model and a forecast of technical and economic indicators



Источник: авторская разработка

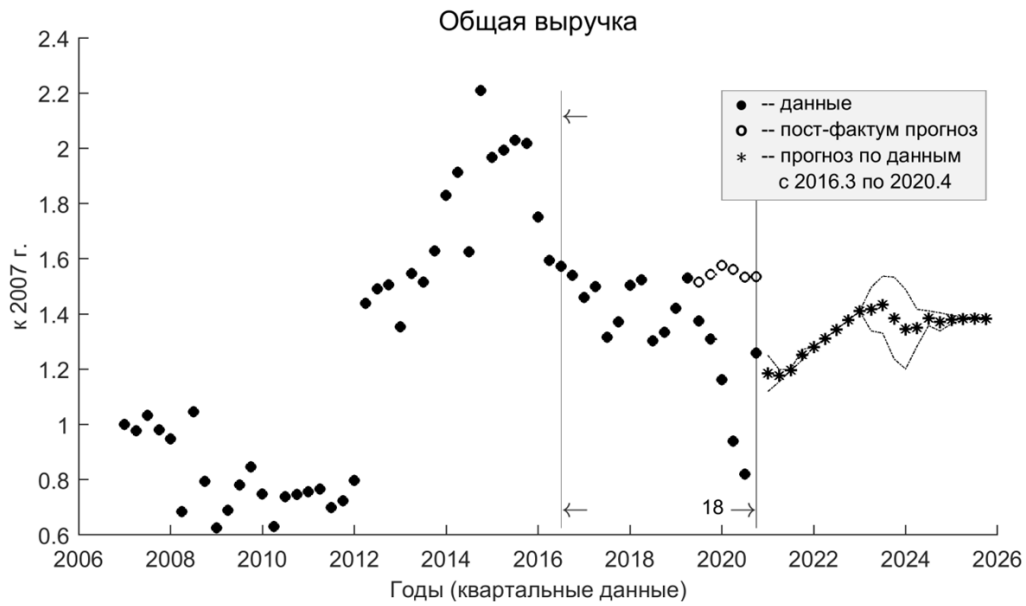
Source: Authoring

Рисунок 3

Прогноз выручки ПАО «Уфаоргсинтез», полученный на основе гибридных моделей

Figure 3

Revenue forecast of PAO Ufaorgsintez obtained on the basis of hybrid models



Источник: авторская разработка

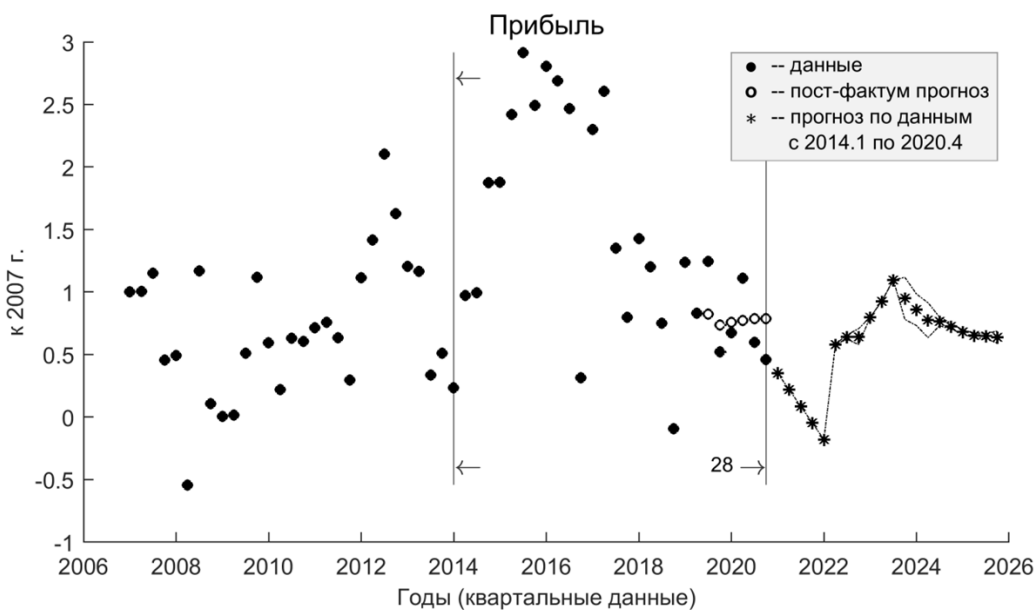
Source: Authoring

Рисунок 4

Прогноз прибыли ПАО «Уфаоргсинтез», полученный на основе гибридных моделей

Figure 4

Profit forecast of PAO Ufaorgsintez obtained on the basis of hybrid models



Источник: авторская разработка

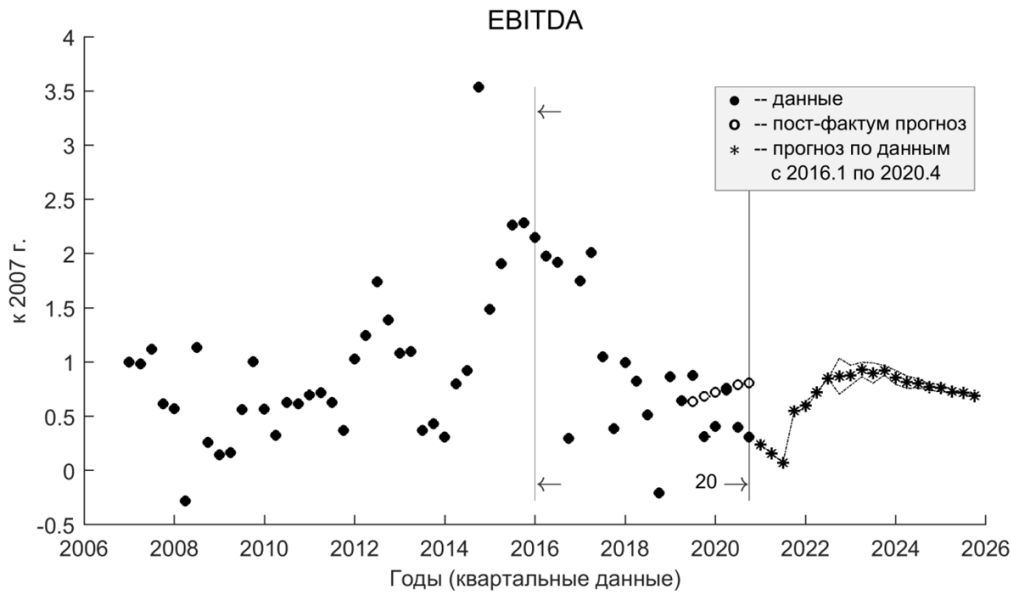
Source: Authoring

Рисунок 5

Прогноз показателя ЕБИТДА ПАО «Уфаоргсинтез», полученный на основе гибридных моделей

Figure 5

EBITDA forecast of PAO Ufaorgsintez obtained on the basis of hybrid models



Источник: авторская разработка

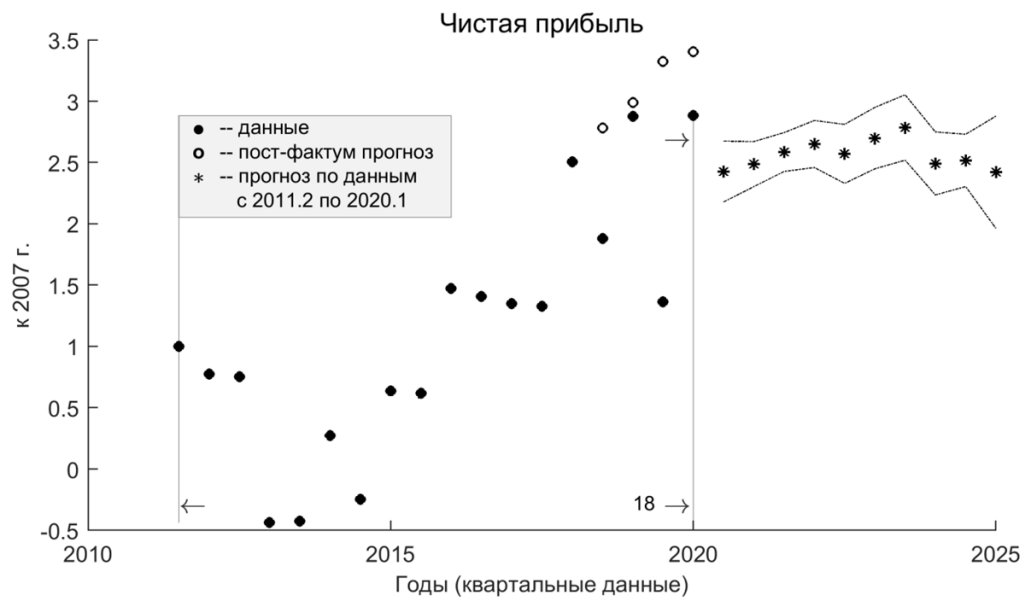
Source: Authoring

Рисунок 6

Прогноз прибыли ПАО «Химпром», полученный на основе гибридных моделей

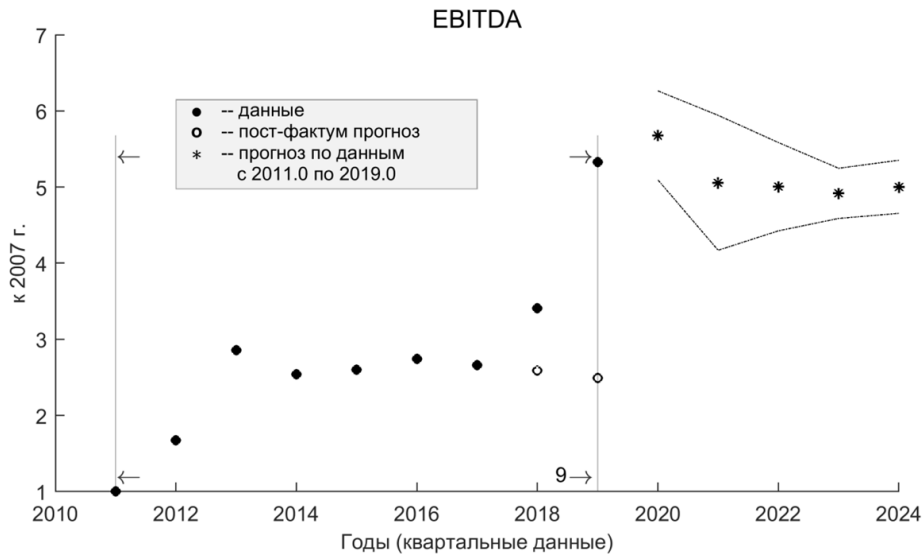
Figure 6

Profit forecast of PAO Khimprom obtained on the basis of hybrid models



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 7**Прогноз ЕБИТДА для АО «Каустик», полученный на основе гибридных моделей****Figure 7****ЕБИТДА forecast of АО Каустик obtained on the basis of hybrid models**

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Богатко А.Н. Основы экономического анализа хозяйствующего субъекта. М.: Финансы и статистика, 2009. 322 с.
2. Бернштейн Л.А. Анализ финансовой отчетности: теория, практика, интерпретация. М: Финансы и статистика, 2003. 624 с.
3. Турунцева М.Ю. Прогнозирование в России: обзор основных моделей // Экономическая политика. 2011. № 1. С. 193–202.
URL: https://www.iep.ru/files/text/policy/2011_1/turuntceva.pdf
4. Макаров В.Л., Айвазян С.А., Борисова С.В., Лакалин Э.А. Эконометрическая модель экономики России для целей краткосрочного прогноза и сценарного анализа. М.: ЦЭМИ РАН, 2001. URL: <http://data.cemi.rssi.ru/GRAF/home.htm>
5. Суменков М.С., Суменков С.М., Новикова Н.Ю. Методология прогнозирования технико-экономических параметров предприятия в условиях неопределенности // Экономические науки. 2020. № 5. С. 114–118.
URL: https://ecsn.ru/files/pdf/202005/202005_114.pdf
6. Рубашкин Г.В. Прогнозирование объемов продаж промышленных предприятий на основе моделей множественной линейной регрессии // Экономический анализ: теория и практика. 2006. № 8. С. 51–57.

- URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-obemov-prodazh-promyshlennyh-predpriyatiy-na-osnove-modeley-mnozhestvennoy-lineynoy-regressii>
7. *Fotios Petropoulos et al.* Forecasting: Theory and Practice. Preprint submitted to *International Journal of Forecasting*, June 2021.
URL: <https://arxiv.org/pdf/2012.03854.pdf>
 8. *Щербанин Ю.А., Ивин Е.А., Курбацкий А.Н., Глазунова А.А.* Эконометрическое моделирование и прогнозирование спроса на грузовые перевозки в России в 1992–2015 гг. // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2017. Т. 15. С. 200–217.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonometricheskoe-modelirovanie-i-prognozirovanie-sprosa-na-gruzovye-perevozki-v-rossii-v-1992-2015-gg/viewer>
 9. *Taylor A., Taylor M.* Antecedents of effective performance measurement system implementation: an empirical study of UK manufacturing firms. *International Journal of Production Research*, 2013, vol. 51, iss. 18, pp. 5485–5498.
URL: <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.784412>
 10. *Xianbo Zhao, Bon-Gang Hwang, Sui Pheng Low.* Critical success factors for enterprise risk management in Chinese construction companies. *Construction Management and Economics*, 2013, vol. 31, iss. 12, pp. 1199–1214.
URL: <https://doi.org/10.1080/01446193.2013.867521>
 11. *Wu D.D., Olson D.* Enterprise risk management: a DEA VaR approach in vendor selection. *International Journal of Production Research*, 2010, vol. 48, iss. 16, pp. 4919–4932. URL: <https://doi.org/10.1080/00207540903051684>
 12. *Desheng Dash Wu, Olson D.L.* Enterprise risk management: small business scorecard analysis. *Production Planning and Control*, 2009, vol. 20, iss. 4, pp. 362–369.
URL: <https://doi.org/10.1080/09537280902843706>
 13. *Ukko J., Tenhunen J., Rantanen H.* Performance measurement impacts on management and leadership: perspectives of management and employees. *International Journal of Production Economics*, 2007, vol. 110, iss. 1-2, pp. 39–51.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.02.008>
 14. *Иберла К.* Факторный анализ. М.: Статистика, 1980. 398 с.
 15. *Beaupain R., Meng L., Belair R.* The impact of volatility on the implementation of the relative strength index: evidence from the Shanghai stock exchange. *Insurance Markets and Companies: Analyses and Actuarial Computations*, 2010, vol. 1, iss. 3, pp. 73–78. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/insmarcom_2010_1_3_10
 16. *Yu Wei, Lan Bai, Kun Yang, Guiwu Wei.* Are industry-level indicators more helpful to forecast industrial stock volatility? Evidence from Chinese manufacturing purchasing

- managers index. *Journal of Forecasting*, 2021, vol. 40, pp. 17–39.
URL: <https://doi.org/10.1002/for.2696>
17. Sang Hoon Kang, Sang-Mok Kang, Seong-Min Yoon. Forecasting volatility of crude oil markets. *Energy Economics*, 2009, vol. 31, iss. 1, pp. 119–125.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.09.006>
18. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. М.: Финансы и статистика, 2003. 416 с.
19. Haefke C., Natter M., Soni T., Otruba H. Adaptive Methods in Macroeconomic Forecasting. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 1998, vol. 6, iss. 1, pp. 1–10. URL: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1174\(199703\)6:1<1::AID-ISAF118>3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1174(199703)6:1<1::AID-ISAF118>3.0.CO;2-2)
20. Мутраков О.С., Зайнашева З.Г., Мухаметзянов И.З. Прогнозирование развития сферы региональных автосервисных услуг (на материалах Республики Башкортостан) // Сервис в России и за рубежом. 2019. Т. 13. Вып. 1. С. 136–151.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-razvitiya-sfery-regionalnyh-avtoservisnyh-uslug-na-materialah-respubliki-bashkortostan>
21. Peter X.-K. Song, Mingyao Li, Ying Yuan. Joint regression analysis of correlated data using Gaussian copulas. *Biometrics*, 2009, vol. 65, iss. 1, pp. 60–68.
URL: <https://www.jstor.org/stable/25502244>
22. Welch P.R. A Generalized Distributed Lag Model for Predicting Quarterly Earnings. *Journal of Accounting Research*, 1984, vol. 22, iss. 2, pp. 744–757.
URL: <https://doi.org/10.2307/2490675>
23. Jianwei Mi, Libin Fan, Xuechao Duan, Yuanying Qiu. Short-Term Power Load Forecasting Method Based on Improved Exponential Smoothing Grey Model. *Mathematical Problems in Engineering*, 2018, vol. 2018.
URL: <https://doi.org/10.1155/2018/3894723>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

EVALUATING THE ACTIVITY OF A CHEMICAL ENTERPRISE BASED ON THE COMPREHENSIVE ANALYSIS OF TRENDS IN TECHNICAL, ECONOMIC, AND FINANCIAL INDICATORS

Irik Z. MUKHAMETZYANOV, ^{a,*}

Il'ya D. PIORUNSKII ^b,

Gul'nara I. SUMBERG ^c

^a Ufa State Petroleum Technological University (USPTU),
Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation
miz2004@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8640-1654>

^b OOO Chemical Leaders,
Moscow, Russian Federation
info@chemicalleaders.com
ORCID: not available

^c OAO Epos,
St. Petersburg, Russian Federation
gulnara.sumberg@gmail.com
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Article No. 419/2021
Received 19 July 2021
Received in revised form
30 July 2021
Accepted 11 August 2021
Available online
29 October 2021

JEL classification: C32,
C53, L25

Keywords: instrumental
analysis, technical and
economic indicators,
volatility, forecasting

Abstract

Subject. The article analyzes the economic activity of a large enterprise and forecasts basic technical and economic indicators.

Objectives. Our aim is to develop analytical tools for business analysis, based on official reporting data, intended to increase the reliability of knowledge about the business situation at the enterprise.

Methods. The study employs methods of analysis of technical and economic indicators, intelligent multidimensional data analysis, forecasting methods, time series models, and multivariate dynamic regression models.

Results. We developed tools to evaluate management decisions on the basis of the volatility of income and expenditure indicators, which enable to assess the effectiveness of technical and economic solutions. We also developed a hybrid approach to forecasting the main technical and economic indicators based on models combining the multivariate dynamic regression models, multivariate autoregressive models, and adaptive forecasting models. The presented analytical tools for business analysis were tested on the materials of three large industrial enterprises of the chemical complex.

Conclusions. The offered instrumental methods can be integrated into the analysis of enterprise by minority shareholders or potential investors, who do not have access to management statements. We also recommend them as analytical tools in the field of business consulting and business analysis for various purposes, including investment ones, to increase the reliability of knowledge about the condition of business, according to official reports of the enterprise.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2021

Please cite this article as: Mukhametzyanov I.Z., Piorunskii I.D., Sumberg G.I. Evaluating the Activity of a Chemical Enterprise Based on the Comprehensive Analysis of Trends in Technical, Economic, and Financial Indicators. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2021, vol. 20, iss. 10, pp. 1833–1860. <https://doi.org/10.24891/ea.20.10.1833>

Acknowledgments

The study was supported by OOO Chemical Leaders.

References

1. Bogatko A.N. *Osnovy ekonomicheskogo analiza khozyaistvuyushchego sub"ekta* [Fundamentals of economic analysis of a business entity]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2009, 322 p.
2. Bernstein L.A. *Analiz finansovoi otchetnosti: teoriya, praktika, interpretatsiya* [Financial Statement Analysis: Theory, Application, and Interpretation]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2003, 624 p.
3. Turuntseva M. Yu. [Forecasting in Russia: an overview of the main models]. *Ekonomicheskaya politika = Economic Policy*, 2011, no. 1, pp. 193–202. URL: https://www.iep.ru/files/text/policy/2011_1/turuntceva.pdf (In Russ.)
4. Makarov V.L., Aivazyan S.A., Borisova S.V., Lakalin E.A. *Ekonometricheskaya model' ekonomiki Rossii dlya tselei kratkosrochnogo prognoza i stsenarnogo analiza* [Econometric model of the Russian economy for the purposes of short-term forecasting and scenario analysis]. Moscow, CEMI RAS Publ., 2001. URL: <http://data.cemi.rssi.ru/GRAF/home.htm>
5. Sumenkov M.S., Sumenkov S.M., Novikova N. Yu. [The forecasting methodology of technical and economic parameters in the context of uncertainty]. *Ekonomicheskije nauki = Economic Sciences*, 2020, no. 5, pp. 114–118. URL: https://ecsn.ru/files/pdf/202005/202005_114.pdf (In Russ.)
6. Rubashkin G.V. [Forecasting sales of industrial enterprises based on multiple linear regression models]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2006, no. 8, pp. 51–57. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-obemov-prodazh-promyshlennyh-predpriyatij-na-osnove-modeley-mnozhestvennoy-lineynoy-regressii> (In Russ.)
7. Fotios Petropoulos et al. Forecasting: Theory and Practice. *Preprint submitted to International Journal of Forecasting*, June 2021. URL: <https://arxiv.org/pdf/2012.03854.pdf>

8. Shcherbanin Yu.A., Ivin E.A., Kurbatskii A.N., Glazunova A.A. [Econometric modeling and demand forecasting of rail freight transportation in Russia in 1992–2015]. *Nauchnye trudy: Institut narodnokhozyaistvennogo prognozirovaniya RAN = Scientific Articles – Institute of Economic Forecasting Russian Academy of Sciences*, 2017, vol. 15, pp. 200–217. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonometricheskoe-modelirovanie-i-prognozirovaniie-sprosa-na-gruzovye-perevozki-v-rossii-v-1992-2015-gg/viewer> (In Russ.)
9. Taylor A., Taylor M. Antecedents of effective performance measurement system implementation: An empirical study of UK manufacturing firms. *International Journal of Production Research*, 2013, vol. 51, iss. 18, pp. 5485–5498. URL: <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.784412>
10. Xianbo Zhao, Bon-Gang Hwang, Sui Pheng Low. Critical success factors for enterprise risk management in Chinese construction companies. *Construction Management and Economics*, 2013, vol. 31, iss. 12, pp. 1199–1214. URL: <https://doi.org/10.1080/01446193.2013.867521>
11. Wu D.D., Olson D. Enterprise risk management: a DEA VaR approach in vendor selection. *International Journal of Production Research*, 2010, vol. 48, iss. 16, pp. 4919–4932. URL: <https://doi.org/10.1080/00207540903051684>
12. Desheng Dash Wu, Olson D.L. Enterprise risk management: Small business scorecard analysis. *Production Planning and Control*, 2009, vol. 20, iss. 4, pp. 362–369. URL: <https://doi.org/10.1080/09537280902843706>
13. Ukko J., Tenhunen J., Rantanen H. Performance measurement impacts on management and leadership: Perspectives of management and employees. *International Journal of Production Economics*, 2007, vol. 110, iss. 1-2, pp. 39–51. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.02.008>
14. Iberla K. *Faktornyi analiz* [Factor Analysis]. Moscow, Statistika Publ., 1980, 398 p.
15. Beaupain R., Meng L., Belair R. The impact of volatility on the implementation of the relative strength index: Evidence from the Shanghai stock exchange. *Insurance Markets and Companies: Analyses and Actuarial Computations*, 2010, vol. 1, iss. 3, pp. 73–78. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/insmarcom_2010_1_3_10
16. Yu Wei, Lan Bai, Kun Yang, Guiwu Wei. Are industry-level indicators more helpful to forecast industrial stock volatility? Evidence from Chinese manufacturing purchasing managers index. *Journal of Forecasting*, 2021, vol. 40, pp. 17–39. URL: <https://doi.org/10.1002/for.2696>

17. Sang Hoon Kang, Sang-Mok Kang, Seong-Min Yoon. Forecasting volatility of crude oil markets. *Energy Economics*, 2009, vol. 31, iss. 1, pp. 119–125.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.09.006>
18. Lukashin Yu.P. *Adaptivnye metody kratkosrochnogo prognozirovaniya vremennykh ryadov* [Adaptive methods for short-term forecasting of time series]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2003, 416 p.
19. Haefke C., Natter M., Soni T., Otruba H. Adaptive Methods in Macroeconomic Forecasting. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 1998, vol. 6, iss. 1, pp. 1–10. URL: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1174\(199703\)6:1<1::AID-ISAF118>3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1174(199703)6:1<1::AID-ISAF118>3.0.CO;2-2)
20. Mutrakov O.S., Zainasheva Z.G., Mukhametzyanov I.Z. [Forecasting the regional autoservices sphere development (on the material of the Republic of Bashkortostan)]. *Servis v Rossii i za rubezhom = Service in Russia and Abroad*, 2019, vol. 13, iss. 1, pp. 136–151. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-razvitiya-sfery-regionalnyh-avtoservisnyh-uslug-na-materialah-respubliki-bashkortostan> (In Russ.)
21. Peter X.-K. Song, Mingyao Li, Ying Yuan. Joint regression analysis of correlated data using Gaussian copulas. *Biometrics*, 2009, vol. 65, iss. 1, pp. 60–68.
URL: <https://www.jstor.org/stable/25502244>
22. Welch P.R. A Generalized Distributed Lag Model for Predicting Quarterly Earnings. *Journal of Accounting Research*, 1984, vol. 22, iss. 2, pp. 744–757.
URL: <https://doi.org/10.2307/2490675>
23. Jianwei Mi, Libin Fan, Xuechao Duan, Yuanying Qiu. Short-Term Power Load Forecasting Method Based on Improved Exponential Smoothing Grey Model. *Mathematical Problems in Engineering*, 2018, vol. 2018.
URL: <https://doi.org/10.1155/2018/3894723>

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.