

Эконометрический анализ факторов рентабельности нефтяных скважин в условиях ограниченной выборки данных

Садыкова Регина Рафкатовна 

Кандидат экономических наук, доцент

Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти», г. Альметьевск, Россия

E-mail: sadykovarr@agni-rt.ru

Закирова Чулпан Сабировна 

Кандидат экономических наук, доцент

Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти», г. Альметьевск, Россия

E-mail: zakirova@agni-rt.ru

Валиахметова Алина Рафкатовна

Старший преподаватель

Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти», г. Альметьевск, Россия

E-mail: varafkatovna@agni-rt.ru

Фатхутдинова Ольга Александровна

Кандидат экономических наук, доцент

Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти», г. Альметьевск, Россия

E-mail: fathutdinovaoa@mail.ru

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

рентабельность
нефтяных скважин,
эконометрическое
моделирование,
регрессионный анализ,
мультиколлинеарность,
эффективность
нефтедобычи,
производственные
затраты, факторный
анализ, нефтедобывающее
предприятие

АННОТАЦИЯ

Рентабельность скважин является одним из ключевых показателей эффективности нефтедобывающих предприятий, поскольку отражает влияние производственных, технологических и экономических факторов на финансовый результат. Применение эконометрических методов при анализе объектов добычи осложняется ограниченным объемом данных и высокой взаимосвязью объясняющих переменных, что приводит к мультиколлинеарности и снижению надежности результатов. Анализ отечественных и зарубежных исследований показывает, что существующие работы преимущественно посвящены совершенствованию методов регрессионного анализа или изучению отдельных факторов эффективности нефтедобычи, тогда как построение эконометрической модели в условиях малых выборок остается недостаточно разработанным. Цель исследования – разработка и апробация алгоритма эконометрического анализа факторов рентабельности нефтяных скважин, обеспечивающего получение статистически устойчивой и экономически интерпретируемой модели при ограниченном числе наблюдений. Эмпирическую основу составили данные по 18 нефтяным скважинам одного нефтедобывающего предприятия. В качестве зависимой переменной использован показатель рентабельности скважины, а объясняющих факторов — объем добычи нефти, обводненность продукции, постоянные и переменные затраты, налог на добычу полезных ископаемых. Применены корреляционный анализ, методы парной и множественной линейной регрессии, диагностика мультиколлинеарности, графический анализ остатков и программная среда R. Разработан алгоритм эконометрического моделирования, включающий диагностику взаимосвязей факторов, выявление мультиколлинеарности, корректировку модели и повторную оценку регрессионной зависимости. Установлено, что исключение мультиколлинеарного фактора повышает статистическую устойчивость модели и обеспечивает корректную интерпретацию влияния показателей на рентабельность скважин. Практическая значимость состоит в возможности применения алгоритма нефтедобывающими предприятиями для анализа факторов рентабельности скважин. Ограничением исследования является небольшой объем выборки, что требует дальнейшей апробации алгоритма на расширенных массивах производственных данных.

JEL codes: C13, C51, G32, L71

DOI: <https://doi.org/10.52957/2221-3260-2026-8-96-111>

Финансирование: Исследование выполнено за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (соглашение о предоставлении гранта №9/2025-ПД-ВШН от 22.12.2025г.)

Для цитирования: Садыкова, Р.Р. Эконометрический анализ факторов рентабельности нефтяных скважин в условиях ограниченной выборки данных / Р.Р. Садыкова, Ч.С. Закирова, А.Р. Валиахметова, О.А. Фатхутдинова. – Текст : электронный // Теоретическая экономика. – 2026. – № 8. – С.96-111. - URL: <http://www.theoreticaleconomy.ru> (Дата публикации: 30.08.2026)

Введение

Повышение эффективности эксплуатации нефтяных месторождений является одной из приоритетных задач современной нефтедобывающей отрасли. В условиях постепенного истощения высокопродуктивных запасов, роста эксплуатационных затрат, увеличения доли трудноизвлекаемых запасов и необходимости поддержания инвестиционной привлекательности нефтяных компаний особое значение приобретает объективная оценка факторов, определяющих уровень рентабельности нефтяных скважин. Именно рентабельность позволяет комплексно оценить эффективность использования производственных ресурсов и определить направления повышения экономической отдачи эксплуатации скважин [1].

В отечественной практике анализ рентабельности традиционно основывается на методах экономического анализа, позволяющих оценивать влияние отдельных факторов на изменение финансовых результатов предприятия. Значительный вклад в развитие методологии факторного анализа внесли Г.В. Савицкая¹, А.Д. Шеремет², Н.П. Любушин³, и В. В. Ковалев⁴. Предложенные ими подходы широко применяются при исследовании эффективности деятельности предприятий различных отраслей экономики, включая нефтегазовый сектор.

Вместе с тем традиционные методы факторного анализа не всегда позволяют количественно оценить степень влияния взаимосвязанных производственно-экономических факторов и определить их статистическую значимость. Решение данной задачи обеспечивается применением эконометрических методов исследования, основанных на построении регрессионных моделей. Современные подходы к эконометрическому моделированию подробно представлены в работах D. N. Gujarati и D. C. Porter [7], J. M. Wooldridge [20], W. H. Greene [6], G. James и соавторов [9], которые рассматривают регрессионный анализ как инструмент выявления количественных закономерностей между результативными и факторными признаками.

Несмотря на широкое применение эконометрических методов в экономических исследованиях, их использование при анализе эффективности отдельных нефтяных скважин сопровождается рядом методических ограничений. Наиболее существенными из них являются небольшой объем выборки и высокая взаимосвязь производственно-экономических факторов. В подобных условиях возникает мультиколлинеарность, которая приводит к снижению статистической устойчивости коэффициентов регрессии и затрудняет экономическую интерпретацию полученных результатов [19; 20]. Данная проблема особенно характерна для анализа отдельных месторождений или ограниченного фонда скважин, когда исследователь располагает небольшим количеством наблюдений.

1 Савицкая Г. В. Анализ хозяйственной деятельности : учебник. – Минск : РИПО, 2019. – 373 с.

2 Шеремет А. Д. Комплексный анализ хозяйственной деятельности : учебник. – Москва : ИНФРА-М, 2008. – 416 с.

3 Любушин Н. П. Экономический анализ : учебник. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 575 с.

4 Ковалев В. В. Финансовый анализ: методы и процедуры. – Москва : Финансы и статистика, 2002. – 559 с.

Обзор современных исследований показывает, что большинство публикаций посвящено либо совершенствованию отдельных методов регрессионного анализа, либо оценке влияния отдельных факторов на эффективность нефтедобычи^{5,6}[6; 7; 11]. Однако последовательность построения эконометрической модели в условиях ограниченного объема наблюдений, включая диагностику мультиколлинеарности, корректировку спецификации модели и проверку статистической устойчивости результатов, остается недостаточно формализованной. Именно этот методический аспект представляет научный интерес и определяет исследовательский пробел настоящей работы.

Цель исследования заключается в разработке и апробации алгоритма эконометрического анализа факторов рентабельности нефтяных скважин, обеспечивающего получение статистически устойчивой модели в условиях ограниченной выборки данных.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- обосновать теоретические предпосылки применения эконометрических методов при анализе рентабельности нефтяных скважин;
- сформировать систему факторов, характеризующих производственно-экономические условия эксплуатации скважин;
- разработать алгоритм построения эконометрической модели;
- выполнить апробацию алгоритма на данных действующего нефтедобывающего предприятия;
- определить наиболее значимые факторы формирования рентабельности нефтяных скважин и оценить возможность практического применения полученной модели.

Гипотеза исследования состоит в том, что последовательное проведение корреляционного анализа, диагностики мультиколлинеарности и корректировки спецификации регрессионной модели позволяет повысить статистическую устойчивость эконометрической модели и обеспечить экономически обоснованную интерпретацию факторов, определяющих рентабельность нефтяных скважин.

Теоретические основы эконометрического анализа факторов рентабельности нефтяных скважин

Исследование факторов рентабельности нефтедобывающих предприятий занимает важное место в современной экономической науке, поскольку именно рентабельность отражает конечную экономическую эффективность использования производственных ресурсов и позволяет оценить результативность управленческих решений. В нефтегазовой отрасли данный показатель формируется под воздействием большого количества взаимосвязанных факторов, включая объем добычи, уровень производственных затрат, технологические характеристики месторождения, налоговую нагрузку и внешние рыночные условия. Такая многокомпонентность обуславливает необходимость применения методов, позволяющих оценивать влияние каждого фактора не изолированно, а в системе взаимосвязей.

В отечественной научной школе вопросам анализа рентабельности посвящены работы Г. В. Савицкой⁷, А. Д. Шеремета⁸, Н. П. Любушина⁹, В. В. Ковалева¹⁰. В них разработаны методические подходы к оценке финансовых результатов предприятий, факторному анализу прибыли и рентабельности, а также обоснованию управленческих решений на основе показателей эффективности. Вместе с тем большинство классических методик основано на детерминированном факторном анализе, позволяющем определить влияние заранее заданной системы факторов, но не

5 Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики : учебник. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 656 с.

6 Елисеева И. И. Эконометрика : учебник для вузов / под ред. И. И. Елисеевой. – Москва : Юрайт, 2023. – 449 с.

7 Савицкая Г. В. Анализ хозяйственной деятельности : учебник. – Минск : РИПО, 2019. – 373 с.

8 Шеремет А. Д. Комплексный анализ хозяйственной деятельности : учебник. – Москва : ИНФРА-М, 2008. – 416 с.

9 Любушин Н. П. Экономический анализ : учебник. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 575 с.

10 Ковалев В. В. Финансовый анализ: методы и процедуры. – Москва : Финансы и статистика, 2002. – 559 с.

учитывающем статистическую природу взаимосвязей между экономическими показателями.

Развитие вычислительных методов и специализированного программного обеспечения обусловило широкое применение эконометрического моделирования в исследованиях эффективности предприятий. В отличие от традиционного факторного анализа эконометрические модели позволяют количественно оценить влияние нескольких факторов одновременно, определить статистическую значимость каждого из них и оценить качество полученной зависимости. Как отмечают D. N. Gujarati и D. C. Porter [7], основным преимуществом регрессионного анализа является возможность оценки предельного влияния каждого фактора при неизменности остальных переменных. Аналогичной позиции придерживается J. M. Wooldridge [20], подчеркивая, что множественная регрессия является наиболее распространенным инструментом прикладных экономических исследований благодаря возможности анализа сложных многомерных экономических процессов.

В последние годы эконометрические методы все активнее применяются при исследовании деятельности предприятий нефтегазового комплекса. Современные исследования посвящены прогнозированию объемов добычи, оценке инвестиционной эффективности разработки месторождений, моделированию затрат и анализу финансовых результатов предприятий отрасли. Так, Greene W. H. [6] показал возможность использования современных регрессионных моделей при анализе процессов нефтяного рынка, а C. Popescu и S. Gheorghiu [15] обосновали применение экономико-математических моделей при принятии инвестиционных решений в нефтедобыче. Исследование A. Soage и соавторов [18] подтверждает эффективность интеграции производственных и экономических показателей при оценке финансовых результатов эксплуатации нефтяных скважин.

Несмотря на активное развитие эконометрических методов, одной из наиболее сложных проблем многомерного анализа остается мультиколлинеарность объясняющих переменных. В нефтедобыче многие производственные показатели формируются под воздействием одних и тех же технологических процессов, вследствие чего между независимыми переменными возникают тесные статистические связи. Высокая корреляция факторов приводит к увеличению дисперсии оценок коэффициентов регрессии, снижению их статистической значимости и затрудняет экономическую интерпретацию модели [7; 9]. Как показывают современные исследования N. Akhtar [3; 4] и R. Salmerón-Gómez [17], проблема мультиколлинеарности особенно актуальна при анализе небольших выборок, где влияние взаимосвязанных факторов проявляется наиболее существенно.

В современной литературе предлагаются различные способы преодоления мультиколлинеарности: использование гребневой регрессии (ridge regression), методов главных компонент, регуляризации и отбора факторов [3; 7; 19]. Однако применение указанных методов целесообразно преимущественно при построении прогнозных моделей или обработке больших массивов данных. При анализе ограниченного числа наблюдений, характерного для исследований отдельных месторождений или фонда нефтяных скважин, более важным становится не усложнение математического аппарата, а формирование последовательного алгоритма исследования, обеспечивающего получение статистически устойчивой и экономически интерпретируемой модели.

Проведенный анализ научной литературы позволяет сделать вывод о наличии двух взаимосвязанных направлений исследований. Первое направление посвящено развитию эконометрических методов и совершенствованию статистических моделей [3; 10; 17; 19; 20]. Второе направление ориентировано на исследование экономической эффективности нефтегазового производства и факторов, определяющих финансовые результаты предприятий отрасли [14; 15; 18]. Вместе с тем вопросы интеграции этих направлений в виде последовательного алгоритма проведения эконометрического анализа рентабельности нефтяных скважин остаются недостаточно разработанными.

Таким образом, научный пробел заключается не в отсутствии методов регрессионного анализа как таковых, а в недостаточной методической проработке последовательности их применения при

исследовании рентабельности нефтяных скважин в условиях ограниченного объема наблюдений. Это обусловило необходимость разработки алгоритма эконометрического анализа, который объединяет этапы подготовки данных, диагностики взаимосвязей между факторами, выявления и устранения мультиколлинеарности, построения регрессионной модели и экономической интерпретации полученных результатов.

Данные и методы исследования

Эмпирическую основу исследования составили данные по 18 нефтяным скважинам одного из нефтедобывающих предприятий Республики Татарстан. Выборка сформирована по действующему фонду эксплуатационных скважин, находящихся в сопоставимых геолого-технических условиях эксплуатации. Использование данных по отдельным скважинам обусловлено необходимостью оценки факторов, непосредственно определяющих уровень их экономической эффективности.

При формировании выборки соблюдались следующие критерии:

- наличие полного комплекса производственных и экономических показателей по каждой скважине;
- сопоставимость условий эксплуатации объектов наблюдения;
- отсутствие пропусков в исходных данных;
- использование единого расчетного периода для всех наблюдений.

Выбор именно этих критериев обусловлен необходимостью обеспечения статистической сопоставимости наблюдений и исключения факторов, не связанных с исследуемыми экономическими закономерностями.

В качестве результирующего показателя использован уровень рентабельности нефтяной скважины, характеризующий экономическую эффективность ее эксплуатации.

В качестве объясняющих переменных использованы показатели, отражающие производственные и экономические характеристики эксплуатации скважин:

- объем добычи нефти;
- обводненность продукции;
- постоянные затраты;
- переменные затраты;
- налог на добычу полезных ископаемых.

Выбор указанных факторов основан на положениях экономической теории, исследованиях отечественных и зарубежных авторов, а также на особенностях формирования себестоимости добычи нефти и финансового результата нефтедобывающих предприятий^{11,12,13} [7; 11; 20].

Для обработки исходных данных использовалась программная среда R (версии 4.4), широко применяемая при решении задач эконометрического анализа благодаря открытому программному коду, развитому инструментарию статистической обработки данных и высокой воспроизводимости результатов исследования [5;16].

Исследование проводилось по следующим этапам.

На первом этапе были собраны необходимые данные для анализа. После получения данных проведена первичная аналитика на отсутствие пропущенных данных, корректность заполнения и полнота данных.

На втором этапе проведен статистический анализ представленной выборки. Данный анализ на ранних этапах анализа позволяет оценить диапазон изменений данных, рассчитать их вариацию и определить вероятностные аномальные наблюдения. Описательная статистика является необходимым этапом при статистическом анализе, так как позволяет подготовить данные к

11 Шеремет А. Д. Комплексный анализ хозяйственной деятельности : учебник. – Москва : ИНФРА-М, 2008. – 416 с.

12 Любушин Н. П. Экономический анализ : учебник. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 575 с.

13 Ковалев В. В. Финансовый анализ: методы и процедуры. – Москва : Финансы и статистика, 2002. – 559 с.

эконометрическому моделированию и определить качество исходных данных¹⁴ [11].

На третьем этапе проведен корреляционный анализ с применением коэффициента линейной корреляции Пирсона. Данный коэффициент позволяет определить силу, направление взаимосвязи между зависимой и независимыми переменными, а также выявить вероятность мультиколлинеарности факторов [11; 19].

На четвертом этапе используя метод наименьших квадратов построены модели парной и множественной регрессии. Поскольку именно данный метод используется при анализе количественных экономических зависимостей с возможностью оценить влияние каждого фактора на результирующий показатель при прочих равных условиях [9; 11].

На пятом этапе выполнена диагностика построенной модели. Проверка качества регрессионной модели включала:

- оценку коэффициента детерминации (R^2);
- проверку статистической значимости коэффициентов регрессии по t-критерию Стьюдента;
- оценку общей статистической значимости модели с использованием F-критерия Фишера;
- анализ стандартных ошибок коэффициентов;
- графический анализ остатков модели.

Использование комплекса диагностических процедур соответствует современным рекомендациям по построению регрессионных моделей и обеспечивает надежность статистических выводов [6; 9; 11; 20].

Особое внимание в исследовании уделено диагностике мультиколлинеарности. Высокая взаимосвязь между независимыми переменными приводит к увеличению стандартных ошибок коэффициентов регрессии и снижению устойчивости модели, что может привести к экономически некорректной интерпретации результатов [4; 10; 19]. В связи с этим после проведения корреляционного анализа была выполнена последовательная корректировка состава объясняющих переменных путем исключения факторов, вызывающих мультиколлинеарность.

Примененная последовательность исследования позволила обеспечить воспроизводимость результатов, статистическую надежность построенной модели и возможность ее практического использования при анализе факторов рентабельности нефтяных скважин.

Авторская модель эконометрического анализа факторов рентабельности нефтяных скважин

Проведенный анализ научной литературы показал, что большинство исследований, посвященных эконометрическому моделированию в нефтегазовой отрасли, основное внимание уделяет выбору математического аппарата и построению итоговой регрессионной модели [15, 14, 18]. Вместе с тем вопросы последовательной организации самого процесса исследования, включающего подготовку данных, диагностику статистических зависимостей, выявление мультиколлинеарности и корректировку модели, рассматриваются значительно реже. В результате при анализе ограниченных выборок возникает риск получения статистически корректной, но экономически трудно интерпретируемой модели.

Для устранения указанного методического ограничения в настоящем исследовании предложена авторская модель проведения эконометрического анализа факторов рентабельности нефтяных скважин. Особенностью модели является рассмотрение эконометрического анализа как единой последовательной системы взаимосвязанных этапов, каждый из которых направлен на повышение надежности последующего анализа и экономической интерпретации результатов.

Общая схема предлагаемой модели представлена на рисунке 1.

14 Магнус Я. Р., Катышев П. К., Пересецкий А. А. Эконометрика. Начальный курс : учебник. – Москва : Дело, 2004. – 576 с.

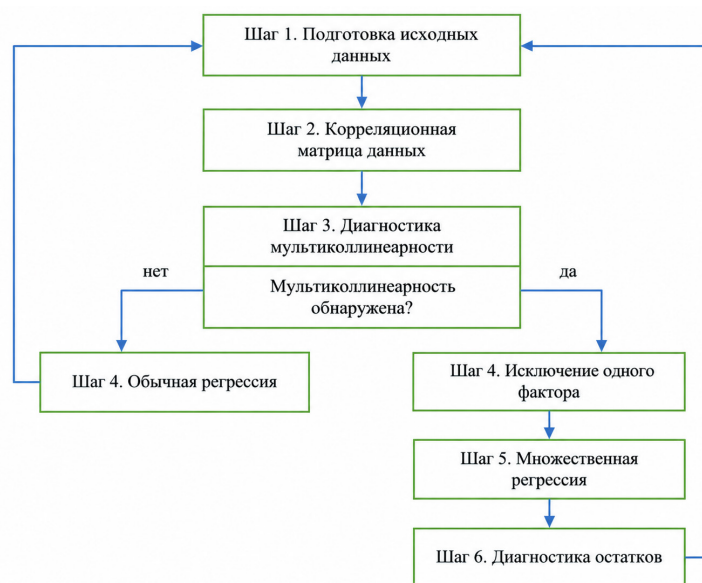


Рисунок 1 – Авторская модель эконометрического анализа факторов рентабельности нефтяных скважин

Источник: составлено автором.

Предлагаемая модель включает восемь взаимосвязанных этапов, которые раскрываются в 6 шагах диагностики.

Этап 1. Формирование информационной базы исследования

На первом этапе формируется массив исходных данных по исследуемым нефтяным скважинам. Отбор наблюдений осуществляется по критериям сопоставимости производственных условий и полноты экономической информации. Использование однородной выборки позволяет минимизировать влияние случайных факторов и обеспечить корректность последующего статистического анализа¹⁵ [11].

Этап 2. Предварительный анализ исходных данных

На данном этапе проводится описательный статистический анализ выборки. Рассчитываются основные статистические характеристики исследуемых показателей, оцениваются диапазоны изменения переменных, выявляются возможные аномальные значения и проверяется полнота исходной информации. Предварительный анализ позволяет оценить качество исходных данных до построения эконометрической модели [7;11].

Этап 3. Исследование структуры взаимосвязей между факторами

После подготовки данных выполняется корреляционный анализ, позволяющий определить направление и силу взаимосвязей между зависимой переменной и системой объясняющих факторов. Одновременно анализируются взаимосвязи между независимыми переменными с целью предварительного выявления возможной мультиколлинеарности [10; 19].

На данном этапе определяется первоначальная структура факторов, которая используется при построении исходной регрессионной модели.

Этап 4. Построение исходной регрессионной модели

На основе сформированной системы факторов строится множественная линейная регрессионная модель методом наименьших квадратов. Выполняется оценка коэффициентов регрессии, определяются коэффициент детерминации, стандартные ошибки и статистическая значимость модели. Полученная модель рассматривается как исходная и служит основой для проведения последующей диагностики.

Этап 5. Диагностика мультиколлинеарности

¹⁵ Магнус Я. Р., Катышев П. К., Пересецкий А. А. Эконометрика. Начальный курс : учебник. – Москва : Дело, 2004. – 576 с.

После построения исходной модели проводится анализ взаимосвязей между объясняющими переменными. При выявлении высокой корреляции факторов выполняется экономическая и статистическая оценка целесообразности сохранения каждого из них в модели.

Предлагаемый подход предусматривает обязательный учет экономического содержания каждой переменной, в отличие от традиционного подхода формально исключающим факторов по статическим критериям. Данный подход может служить дополнительным аналитическим инструментом при проведении анализа. Таким образом, исключению подлежат только те факторы, которые дублируются и, следовательно, ухудшают статистическую устойчивость модели.

Этап 6. Корректировка спецификации модели

По результатам диагностики формируется уточненная структура объясняющих переменных и повторно оцениваются параметры регрессионной модели. Последовательная корректировка модели позволяет устранить влияние мультиколлинеарности без потери экономического содержания исследования и получить статистически устойчивые оценки коэффициентов регрессии.

Этап 7. Проверка качества модели

По результатам корректировки модели проводится ее комплексная диагностика. А именно проверяется статистическая значимость модели в целом. В эту же диагностику входит комплекс параметров качества модели, такие как статистическая значимость отдельных коэффициентов, величина коэффициентов детерминации, структура остатков модели и другие характеристики. Полученные результаты позволяют сделать вывод об адекватности модели и возможности ее применения на практике [9; 11; 14].

Этап 8. Экономическая интерпретация результатов

Заключительным этапом является экономическая интерпретация полученной модели.

На данном этапе оценивается влияние каждого фактора на изменение рентабельности нефтяной скважины, определяется практическая значимость выявленных закономерностей и формируются выводы, необходимые для принятия управленческих решений.

Именно экономическая интерпретация завершает процесс эконометрического анализа и обеспечивает переход от статистических результатов к их практическому использованию в системе управления эффективностью нефтедобывающего предприятия.

Научная новизна предлагаемой модели заключается в том, что эконометрический анализ рассматривается не как совокупность отдельных статистических процедур, а как единый алгоритм исследования, обеспечивающий последовательный переход от подготовки данных к экономической интерпретации результатов.

В отличие от существующих подходов предложенная модель ориентирована на проведение анализа в условиях ограниченного объема выборки, характерного для исследований отдельных нефтяных скважин. Это позволяет повысить статистическую устойчивость модели, минимизировать влияние мультиколлинеарности и обеспечить экономически обоснованную интерпретацию выявленных факторов рентабельности.

Разработанная модель является методической основой последующей апробации, результаты которой представлены в следующем разделе статьи.

Полученные результаты исследования

Апробация предложенной модели эконометрического анализа начинается с исследования структуры взаимосвязей между рентабельностью нефтяных скважин и факторами, потенциально определяющими изменение ее уровня. В соответствии с разработанным алгоритмом на первом этапе был выполнен корреляционный анализ исследуемых переменных. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о неодинаковой степени влияния исследуемых факторов на уровень рентабельности нефтяных скважин.

Таблица 1 – Корреляционная матрица исследуемых факторов

	R	Q	obvodn	post_zatr	per_zatr	NDPI
R	1.00000000	0.57015290	-0.054629	-0.127977	-0.665759	0.57233123
Q	0.57015290	1.00000000	-0.059663	0.1839890	-0.221682	0.99997747
obvodn	-0.0546293	-0.0596631	1.00000000	-0.445660	0.07388192	-0.058914
post_zatr	-0.1279778	0.18398898	-0.4456608	1.00000000	0.12273570	- 0.183367
per_zatr	-0.6657591	-0.2216821	0.07388192	-0.122735	1.00000000	0.22248211
NDPI	0.57233123	0.99997747	-0.0589147	0.1833677	-0.2224821	1.00000000

Источник: составлено автором.

Полученные коэффициенты показывают, что между рентабельностью и объемом добычи наблюдается устойчивая положительная взаимосвязь ($r = 0,570$), что соответствует экономической логике функционирования нефтедобывающего предприятия. Рост добычи сопровождается увеличением выручки и более эффективным распределением условно-постоянных затрат, вследствие чего уровень рентабельности повышается.

Одновременно выявлена выраженная отрицательная корреляция между рентабельностью и переменными затратами ($r = -0,666$). Полученный результат позволяет сделать вывод о том, что увеличение текущих эксплуатационных расходов оказывает наиболее существенное отрицательное влияние на финансовый результат эксплуатации нефтяной скважины. Аналогичные выводы о доминирующем влиянии операционных затрат на эффективность нефтедобычи приводятся в исследованиях по экономике нефтегазового комплекса¹⁶ [16].

Следует отметить, что корреляционная связь между рентабельностью и обводненностью продукции ($r = -0,055$), а также между рентабельностью и постоянными затратами ($r = -0,128$) оказалась слабой. Однако данный результат не свидетельствует об отсутствии влияния указанных факторов. Корреляционный анализ отражает только парные линейные зависимости и не учитывает совместное влияние переменных, которое проявляется при построении множественной регрессионной модели [7; 11].

Наиболее важным результатом предварительного анализа стало выявление практически функциональной зависимости между объемом добычи и налогом на добычу полезных ископаемых ($r = 0,99998$). Подобное значение коэффициента корреляции свидетельствует о наличии сильной мультиколлинеарности между указанными переменными. Согласно рекомендациям D. Gujarati и J. Wooldridge, столь высокая взаимосвязь объясняющих факторов приводит к нестабильности оценок коэффициентов регрессии и требует корректировки спецификации модели [7; 20].

Таким образом, результаты корреляционного анализа подтвердили необходимость проведения следующего этапа исследования – диагностики мультиколлинеарности и последовательного уточнения структуры объясняющих переменных.

Следующим этапом исследования стало построение множественной линейной регрессионной модели, включающей полный набор исследуемых факторов.

Таблица 2 – Результаты множественной регрессии с полным набором факторов

Переменная	Estimate	Ст. ошибка	t-статистика	p-value	Значимость
(Intercept)	2.893	13.470	0.215	0.834	-
Q	-1.039	0.578	-1.797	0.098	-
obvodn	-0.121	0.112	-1.081	0.301	-
post_zatr	-2.001×10^{-6}	9.006×10^{-7}	-2.222	0.046	+
per_zatr	-1.615×10^{-5}	4.030×10^{-6}	-4.006	0.002	+

¹⁶ Ковалев В. В. Финансовый анализ: методы и процедуры. – Москва : Финансы и статистика, 2002. – 559 с.

Переменная	Estimate	Ст. ошибка	t-статистика	p-value	Значимость
NDPI	8.086×10^{-5}	4.439×10^{-5}	1.822	0.094	-

Источник: составлено автором.

Полученная модель продемонстрировала достаточно высокий коэффициент детерминации, что свидетельствует о хорошей способности объяснять изменение рентабельности исследуемых скважин. Вместе с тем анализ коэффициентов показал наличие признаков статистической нестабильности отдельных параметров.

Несмотря на удовлетворительные показатели качества модели в целом, экономическая интерпретация отдельных коэффициентов оказалась затруднительной. Основной причиной стало наличие практически линейной зависимости между объемом добычи и налогом на добычу полезных ископаемых, выявленной на предыдущем этапе исследования. Подобная ситуация характерна для моделей с мультиколлинеарностью и приводит к перераспределению объясняющей способности между взаимосвязанными факторами [18; 9].

Полученные результаты подтвердили необходимость корректировки структуры модели путем исключения одного из взаимосвязанных факторов.

В соответствии с предложенной моделью исследования после построения исходной регрессии была выполнена диагностика взаимосвязей между независимыми переменными.

На основании результатов корреляционного анализа из модели был исключен показатель налога на добычу полезных ископаемых, поскольку его значение практически полностью определяется объемом добычи нефти.

Следует подчеркнуть, что исключение данного фактора обусловлено исключительно статистическими причинами и не означает отсутствия его экономического влияния на рентабельность нефтяных скважин. Налог на добычу полезных ископаемых продолжает формировать финансовый результат предприятия, однако в рамках рассматриваемой выборки его влияние практически полностью отражается через показатель объема добычи.

Исключение взаимосвязанной переменной позволило устранить проблему мультиколлинеарности и перейти к построению уточненной регрессионной модели.

После корректировки состава объясняющих переменных была выполнена повторная оценка параметров множественной регрессии.

Таблица 3 – Результаты уточненной множественной регрессии

Переменная	Estimate	Ст. ошибка	t-статистика	p-value	Значимость
(Intercept)	6,713	14,44	0,465	0,650	-
Q	0,0142	0,0043	3,300	0,006	+
obvodn	-0,1045	0,1215	-0,860	0,405	-
post_zatr	$-2,097 \times 10^{-6}$	$9,759 \times 10^{-7}$	-2,149	0,050	+
per_zatr	$-1,713 \times 10^{-5}$	$4,335 \times 10^{-6}$	-3,953	0,002	+

Источник: составлено автором.

Полученная модель сохранила высокий уровень объясняющей способности и объясняет 72,8 % вариации рентабельности исследуемых нефтяных скважин.

Наиболее значимым положительным фактором оказался объем добычи нефти. После устранения мультиколлинеарности коэффициент при переменной Q сохранил положительный знак и статистическую значимость ($p = 0,00575$), что подтверждает экономически ожидаемую зависимость: увеличение добычи сопровождается ростом рентабельности эксплуатации скважины.

Наиболее существенное отрицательное влияние на рентабельность оказывают переменные затраты. Полученный коэффициент является статистически значимым ($p = 0,00165$), что позволяет рассматривать переменные эксплуатационные расходы как основной фактор снижения

эффективности эксплуатации нефтяных скважин.

Показатель постоянных затрат находится на границе статистической значимости ($p = 0,050106$), что свидетельствует о возможном отрицательном влиянии данного фактора на уровень рентабельности. Вместе с тем для окончательного подтверждения данного вывода требуется расширение объема выборки.

Обводненность продукции имеет отрицательный коэффициент, однако статистическая значимость данного фактора в рассматриваемой выборке не подтверждается ($p = 0,40541$). Это свидетельствует о том, что влияние обводненности реализуется преимущественно косвенно – через изменение производительности скважины и уровня эксплуатационных затрат, а не непосредственно через показатель рентабельности.

Заключительным этапом исследования стала проверка качества построенной регрессионной модели.

Анализ диагностических графиков показал отсутствие выраженных систематических отклонений в распределении остатков. Это позволяет сделать вывод о приемлемом соответствии построенной модели основным предпосылкам метода наименьших квадратов и подтверждает возможность ее практического использования при анализе факторов рентабельности нефтяных скважин. Диагностические процедуры соответствуют современным рекомендациям по оценке качества регрессионных моделей [9; 11; 12].

Проведенная апробация показала, что предложенная модель эконометрического анализа позволяет получать статистически устойчивые и экономически интерпретируемые результаты даже при ограниченном объеме исходной информации.

Практическое применение алгоритма позволило последовательно выявить структуру взаимосвязей между исследуемыми факторами, диагностировать мультиколлинеарность, выполнить корректировку спецификации модели и получить регрессионную зависимость, объясняющую более 70 % вариации рентабельности исследуемых скважин.

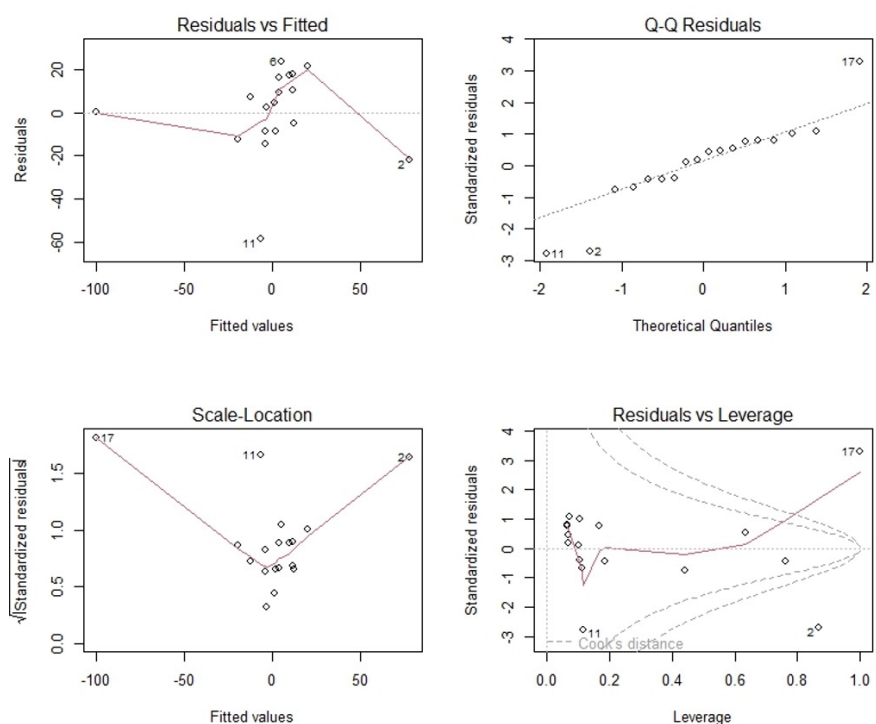


Рисунок 2 – Диагностика остатков модели

Источник: составлено автором.

Наиболее существенными факторами формирования рентабельности являются объем добычи нефти и уровень переменных затрат. При этом проведенное исследование подтверждает, что предварительная диагностика взаимосвязей между объясняющими переменными является обязательным этапом эконометрического анализа, поскольку позволяет избежать статистических искажений и обеспечить корректную экономическую интерпретацию результатов.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило, что применение эконометрических методов позволяет получить количественную оценку факторов, определяющих уровень рентабельности нефтяных скважин, однако надежность получаемых результатов в значительной степени зависит не только от выбора математической модели, но и от последовательности выполнения всех этапов эконометрического анализа. В случае ограниченных данных для исследования конкретных скважин, возникает необходимость диагностики структуры данных и выявление характера взаимосвязей между исходными переменными.

Цель исследования, заключающаяся в разработке и апробации алгоритма эконометрического анализа факторов рентабельности нефтяных скважин в условиях ограниченной выборки данных, достигнута. На основе изученных отечественных и зарубежных исследований разработана пошаговая модель эконометрического анализа факторов рентабельности нефтяных скважин. Данная модель включает такие этапы как: подготовку данных, диагностику статистических зависимостей, корреляционный анализ структуры факторов, построение регрессионной модели, выявление мультиколлинеарности и корректировку модели.

Апробация предложенной модели на данных 18 нефтяных скважин показала, что ее применение обеспечивает получение статистически устойчивых и экономически интерпретируемых результатов. Благодаря корреляционному анализу были выявлены основные взаимосвязи между функциональными показателями и установлена практически функциональная зависимость между объемом добычи и налогом на добычу полезных ископаемых. Использование анализа на мультиколлинеарность и последующая корректировка переменных позволили своевременно определить качество модели и устранить в ней статистическую нестабильность без потери ее экономического и статистического содержания.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наиболее существенное положительное влияние на рентабельность исследуемых нефтяных скважин оказывает объем добычи нефти. Основным фактором снижения рентабельности являются переменные эксплуатационные затраты. Проведенное исследование также показало, что отдельные производственные показатели, традиционно рассматриваемые как ключевые факторы эффективности, при анализе могут оказывать косвенное влияние, проявляющееся через взаимосвязь с другими объясняющими переменными. Это подтверждает необходимость комплексного анализа структуры данных до построения итоговой регрессионной модели.

Научная новизна исследования заключается в разработке воспроизводимого алгоритма эконометрического анализа факторов рентабельности нефтяных скважин, ориентированного на работу с малыми выборками. В отличие от большинства существующих подходов, в которых основное внимание уделяется построению итоговой регрессионной модели, предложенный алгоритм рассматривает эконометрическое исследование как единую последовательную систему взаимосвязанных этапов, обеспечивающую повышение статистической устойчивости модели и достоверности экономической интерпретации результатов.

Практическая значимость исследования состоит в возможности использования предложенного алгоритма нефтедобывающими предприятиями при анализе эффективности эксплуатации фонда скважин, выявлении ключевых факторов формирования рентабельности, диагностике статистических проблем эконометрических моделей и обосновании управленческих решений, направленных на повышение экономической эффективности разработки месторождений.

Универсальность предложенной последовательности анализа позволяет применять ее не только для оценки рентабельности отдельных скважин, но и при исследовании других производственно-экономических процессов, в которых используются многомерные регрессионные модели.

Вместе с тем проведенное исследование имеет ряд ограничений. Эконометрическая модель построена на основе данных ограниченной выборки, включающей 18 нефтяных скважин одного нефтедобывающего предприятия, что объективно ограничивает возможности статистического обобщения полученных результатов. Кроме того, в модель включены преимущественно производственно-экономические показатели, тогда как влияние геолого-технических характеристик, технологических мероприятий, стадии разработки месторождения и внешних макроэкономических факторов не рассматривалось.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на расширение выборки за счет данных нескольких месторождений, включение дополнительных геолого-технических и технологических факторов, а также проведение сравнительной оценки классических методов множественной регрессии и современных методов регуляризации при анализе рентабельности нефтяных скважин. Это позволит повысить универсальность предложенного алгоритма и расширить область его практического применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Донды А. В., Мазитов Р. И., Закирова Ч. С. Влияние внедрения организационно-технических мероприятий (ОТМ) при проведении ремонта скважин на эксплуатационные расходы предприятия // Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли: сборник материалов V Международной научно-практической конференции. — Альметьевск : Альметьевский государственный нефтяной институт, 2020. — Т. 1. — С. 113–117. — URL: https://isu.agni-rt.ru/projects/elibrary/index.php?page=view_file&file=131
2. Закирова Ч. С., Садыкова Р. Р., Галимова Л. Р. Исследование факторов, влияющих на эффективность эксплуатации скважин на поздней стадии разработки // Ученые записки Альметьевского государственного нефтяного института. — 2016. — № 2. — С. 97–102. — URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=>
3. Akhtar N. A Study on Improved Ridge Estimators // Mathematics. — 2024. — Vol. 12, No. 19. — Article 3027. — 28 p. <https://doi.org/10.3390/math12193027>
4. Akhtar N., Alharthi M. F. Enhancing accuracy in modelling highly multicollinear data using alternative shrinkage parameters for ridge regression methods // Scientific Reports. — 2025. — Vol. 15. — Article 10774. — 16 p. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94857-7>
5. Fox J., Weisberg S. An R Companion to Applied Regression. — 3rd ed. — Thousand Oaks : Sage Publications, 2019. — 608 p. — ISBN 978-1-5443-3647-3.
6. Greene W. H. Econometric Analysis. — 8th ed. — New York : Pearson, 2018. — 1126 p. — ISBN 978-0-13-446136-6.
7. Gujarati D. N., Porter D. C. Basic Econometrics. — 5th ed. — New York : McGraw-Hill/Irwin, 2009. — 922 p. — ISBN 978-0-07-337577-9.
8. Jacob J. Robust Variance Inflation Factor: A Promising Approach for Collinearity Diagnostics // Sankhya B. — 2024. — Vol. 86. — P. 1–20. <https://doi.org/10.1007/s13571-024-00342-y>
9. James G., Witten D., Hastie T., Tibshirani R. An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R. — 2nd ed. — Cham : Springer, 2021. — 607 p. — ISBN 978-1-0716-1418-1. <https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1418-1>
10. Kim J. H. Multicollinearity and misleading statistical results // Korean Journal of Anesthesiology. — 2019. — Vol. 72, No. 6. — P. 558–569. <https://doi.org/10.4097/kja.19087>
11. Kutner M. H., Nachtsheim C. J., Neter J., Li W. Applied Linear Statistical Models. — 5th ed. — New York : McGraw-Hill/Irwin, 2005. — 1396 p. — ISBN 978-0-07-310874-2.
12. Montgomery D. C., Peck E. A., Vining G. G. Introduction to Linear Regression Analysis. — 6th ed. — Hoboken : Wiley, 2021. — 704 p. — ISBN 978-1-119-57872-7. <https://doi.org/10.1002/9781119578727>
13. Ponomarenko T., Marin E., Galevskiy S. Economic Evaluation of Oil and Gas Projects: Justification of Engineering Solutions in the Implementation of Field Development Projects // Energies. — 2022. — Vol. 15, No. 9. — Article 3103. — 20 p. <https://doi.org/10.3390/en15093103>
14. Ponomarenko T., Nevskaya M., Jonek-Kowalska I. Mineral Resource Depletion Assessment: Alternatives, Problems, Results // Sustainability. — 2021. — Vol. 13, No. 2. — Article 862. — 22 p. <https://doi.org/10.3390/su13020862>
15. Popescu C., Gheorghiu S. A. Economic Analysis and Generic Algorithm for Optimizing the Investments Decision-Making Process in Oil Field Development // Energies. — 2021. — Vol. 14, No. 19. — Article 6119. — 25 p. <https://doi.org/10.3390/en14196119>
16. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. — Vienna : R Foundation for Statistical Computing, 2024. — URL: <https://www.R-project.org/>
17. Salmerón-Gómez R., García-García C. B., Rodríguez-Sánchez A. Overcoming the Limitations of the Variance Inflation Factor // Computational Economics. — 2024. — 25 p. <https://doi.org/10.1007/s10614-024-10575-8>
18. Soage A., Juanes R., Colominas I., Cueto-Felgueroso L. Optimization of Financial Indicators in

Shale-Gas Wells Combining Numerical Decline Curve Analysis and Economic Data Analysis // *Energies*. — 2024. — Vol. 17, No. 4. — Article 864. — 18 p. <https://doi.org/10.3390/en17040864>

19. Vatcheva K. P., Lee M., McCormick J. B., Rahbar M. H. Multicollinearity in Regression Analyses Conducted in Epidemiologic Studies // *Epidemiology (Sunnyvale)*. — 2016. — Vol. 6, No. 2. — Article 227. — 9 p. <https://doi.org/10.4172/2161-1165.1000227>

20. Wooldridge J. M. *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. — 7th ed. — Boston : Cengage Learning, 2020. — 826 p. — ISBN 978-1-337-55186-7.

Econometric analysis of factors affecting oil well profitability under limited data sample conditions

Sadykova Regina Rafkatovna

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Almetyevsk State Technological University «Higher School of Oil», Almetyevsk, Russian Federation

E-mail: sadykovarr@agni-rt.ru

Zakirova Chulpan Sabirovna

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Almetyevsk State Technological University «Higher School of Oil», Almetyevsk, Russian Federation

E-mail: zakirova@agni-rt.ru

Valiakhmetova Alina Rafkatovna

Senior Lecturer

Almetyevsk State Technological University «Higher School of Oil», Almetyevsk, Russian Federation

E-mail: varafkatovna@agni-rt.ru

Fatkhutdinova Olga Aleksandrovna

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Almetyevsk State Technological University «Higher School of Oil», Almetyevsk, Russian Federation

E-mail: fathutdinovaoa@mail.ru

KEYWORDS

oil well profitability,
econometric modeling,
regression analysis,
multicollinearity, oil
production efficiency,
production costs, factor
analysis, oil-producing
enterprise

ABSTRACT

Well profitability is a key performance indicator of oil-producing enterprises, reflecting the influence of production, technological, and economic factors on financial results. The use of econometric methods in analyzing individual wells is complicated by limited data and high correlations among explanatory variables, leading to multicollinearity and reduced data reliability. A review of domestic and foreign studies shows that existing works focus mainly on improving regression analysis or examining individual efficiency factors, while the procedure for constructing an econometric model under small-sample conditions remains underexplored. The aim is to develop and test an algorithm for econometric analysis of oil well profitability factors, ensuring a statistically robust and economically interpretable model with limited observations. The empirical basis comprises data from 18 oil wells of one enterprise. The dependent variable was well profitability; explanatory factors included oil production volume, water cut, fixed and variable costs, and the mineral extraction tax. Correlation analysis, simple and multiple linear regression, multicollinearity diagnostics, graphical residual analysis, and R software were used. The research produced an econometric modeling algorithm encompassing sequential diagnostics of factor relationships, multicollinearity detection, model specification refinement, and re-estimation of the regression. Removing a multicollinear factor improves statistical stability and enables economically sound interpretation of individual indicators' impact on well profitability. Practical relevance lies in the algorithm's applicability by oil-producing companies for analyzing profitability determinants of individual wells. A limitation is the small sample size, indicating the need for further validation on larger production datasets.