

УДК 005.8

Оценка эффективности и прогнозирование показателей деятельности предприятия в области речных и морских грузоперевозок на основе методов динамического анализа

Ю. И. Ряжева, А. Ю. Трусова

Самарский национальный исследовательский университет имени академика
С. П. Королева, Россия, 443086, Самара, ул. Московское шоссе, д. 34.

Аннотация

В работе рассчитаны основные показатели динамики деятельности компании ООО «ВОЛГОТРАНС». Выявлены тренды и описаны модели для оценки прогнозных значений. Проведён сравнительный анализ результатов прогнозирования по адаптивным моделям Хольта и Брауна. Получены оценки прогнозных уровней показателей грузооборота и выручки. Применение математического инструментария динамического анализа позволяет решать проблемы прогнозирования показателей в отрасли речных и морских грузоперевозок. Расчетное значение темпа роста, темпа прироста, абсолютного прироста цепных и базисных, а также средних значений показателей обеспечивают качественное использование инструмента моделей динамического прогнозирования. Использование методики скользящих средних формирует условия для выявления тренда. Сравнительный анализ результатов использования трендовых моделей и методология адаптивного прогнозирования Хольта и Брауна повышает оценку качества прогноза исследуемых показателей. Динамический анализ показателей способствует разработке стратегии развития деятельности компании, анализу выгодных вариантов сотрудничества и проработке более качественных маршрутов.

Ключевые слова: прогнозирование динамического ряда; стационарность временного ряда; характеристики динамики; сглаживание динамических рядов простой скользящей средней; автокорреляционная функция; модели авторегрессии.

Получение: 15 декабря 2024 г. / Исправление: 18 января 2025 г. /
Принятие: 29 января 2025 г. / Публикация онлайн: 18 марта 2025 г.

Математические статистические и инструментальные методы экономики (научная статья)

© Коллектив авторов, 2025


© Самарский университет, 2025 (составление, дизайн, макет)

Контент публикуется на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru>)

Образец для цитирования:

Ряжева Ю. И., Трусова А. Ю. Оценка эффективности и прогнозирование показателей деятельности предприятия в области речных и морских грузоперевозок на основе методов динамического анализа // *Вестник Самарского университета. Экономика и управление*, 2025. Т. 16, № 1. С. 159–173. doi:<http://doi.org/10.18287/2542-0461-2025-16-1-159-173>.

Сведения об авторах:

Юлия Ивановна Ряжева  <http://orcid.org/0009-0008-1901-2577>

к.э.н., доцент; доцент кафедры общего и стратегического менеджмента; e-mail: ryazheva_yulia@mail.ru

Алла Юрьевна Трусова  <http://orcid.org/0000-0001-7294-0964>

к.ф.-м.н., доцент; доцент кафедры математики и бизнес-информатики; e-mail: trusova.ayu@ssau.ru

Введение

Водные грузоперевозки всегда являются важной составляющей транспортной инфраструктуры РФ, их развитие имеет определенное влияние на экономику данной отрасли и страны в целом. За счет разнообразия водных каналов и типов судов обеспечивается взаимодействие и связь как внутри страны, так и за ее пределами, развивая транспортные отношения. Нефтегазовые энергоресурсы всегда являются одними из самых востребованных природных ресурсов по всему миру. В структуре добывающих отраслей нефтяная промышленность в наибольшей степени интегрирована в мировую экономику. Ее роль в бюджете страны является доминирующей. Нефтепроизводящие компании — это основные экспортеры. Способы поставок диверсифицированы по видам, маршрутам, направлениям, но традиционно в структуре экспорта в дальнее зарубежье доминируют морские грузоперевозки. Водный транспорт является одним из наиболее экономичных и эффективных средств для перевозки нефти и нефтепродуктов в РФ. Это связано с тем, что водный транспорт имеет большую грузоподъемность и может доставить товары на большие расстояния, что делает его более привлекательным для перевозки крупных объемов грузов. Одним из главных преимуществ водных грузоперевозок является возможность использования речных путей, которые позволяют доставлять грузы в самые отдаленные уголки страны, где нет железнодорожных и автомобильных дорог. Кроме того, водный транспорт обладает меньшими экологическими рисками по сравнению с другими видами транспорта. Одним из основных видов нефтепродуктов, которые перевозятся водным транспортом, является сырая нефть. Она перевозится по трубопроводам до морских портов, где затем с помощью нефтеналивных судов доставляется в различные страны мира. Кроме того, водный транспорт также используется для перевозки нефтепродуктов, таких как бензин, дизельное топливо, керосин и другие виды топлива.

Водные грузоперевозки являются важнейшими элементами транспортной системы России. Водный транспорт является наиболее эффективным способом доставки переработанной продукции, если речные пути близки к месторождениям сырья и производственным объектам. Таким образом, водные грузоперевозки являются актуальным и важным компонентом в транспортной системе России, в частности для перевозки крупногабаритных и тяжелых грузов на большие расстояния.

В настоящей статье предлагается применение математического инструментария динамического анализа в отрасли речных и морских грузоперевозок.

Целью работы является применение инструмента теории временных рядов для прогнозирования показателей в следующих периодах.

Научная новизна заключается в применении инструмента динамического анализа для оценки эффективности деятельности речной компании.

1. Теоретический анализ

В научной литературе вопросы развития водного транспорта изучаются всесторонне. Авторы [1] в статье рассматривают системный и статистический методы, а также исторический и компаративный анализы с целью выявления тенденций развития морских перевозок в глобальной экономике. В исследовании [2] проводится статистический анализ состояния морских портов России. Описывается грузовая база российских морских портов по итогам 2017 года, авторами делается прогноз на увеличение грузооборота по всем морским бассейнам РФ. В статье [3] используется системный подход и рассмотрены факторы внешней среды, подчеркнута их влияние на изменения грузовой базы морских портов. Отмечается взаимосвязанность факторов, их сложность, подвижность и неопреде-

ленность. Основные инвестиционные проекты в портах РФ со сроком введения в эксплуатацию мощностей до 2024 г., а также величина такого показателя как отношение прироста проектной мощности к проектной мощности в год рассматриваются авторами [4]. Отмечается неравномерность распределения объемов перевалки грузов в России по морским бассейнам по результатам изученной структуры распределения грузооборота по морским бассейнам. Приводятся мероприятия, способствующие повышению грузооборота. С применением инструмента эконометрического моделирования авторами [5] проведен анализ грузооборота в каждом из бассейнов, выявлены конкурентные преимущества для стратегических приоритетов, среди которых отмечаются наличие потенциала для увеличения портовых мощностей и обеспечения эффективного развития портовой инфраструктуры. Анализ факторов, оказывающих влияние на сегменты грузооборота, является наиболее сложной проблемой, как отмечается в работе [6]. Автор обращает внимание на важное обстоятельство, которое необходимо учитывать в исследовании грузоперевозок, а именно, если идентифицированы все влияющие факторы, и установлена степень их влияния на грузооборот, то отсутствуют гарантии сохранения текущих тенденций в будущем. Поэтому, как правило, сбываются краткосрочные прогнозы, поскольку за короткий прогнозный период текущие тенденции не успевают сильно измениться, а среднесрочные и долгосрочные прогнозы имеют высокую степень неопределенности в силу переменчивости тенденций в будущем. В исследовании отмечается, что основные усилия при прогнозировании грузооборота следует затратить именно на прогнозе развития инфраструктуры. Автор рекомендует прогнозировать развитие инфраструктуры, которая как следствие определяет развитие грузооборота. На основе вероятностного подхода к прогнозированию грузооборотов портов предложен метод суммирования прогнозных значений независимых сегментов грузооборота, заданных интервально [7]. Показано, что совокупный грузооборот можно аппроксимировать случайной величиной, распределенной по закону Гаусса, и корректно вычислить для нее интервал значений в случае, когда сегменты представлены случайными величинами с симметричными функциями распределения. Совершенствование портовой инфраструктуры является ключевым направлением в развитии грузооборота морских перевозок по РФ, по мнению авторов [8]. В статье [9] рассмотрены приоритетные задачи развития инфраструктуры морских портов РФ. Дана оценка существующей динамики и структуры грузооборота, прогноз перераспределения грузопотоков по морским бассейнам в условиях экономических санкций и реализации государственных программ. Выявлены предпосылки развития международных транспортных коридоров, проходящих через морские порты РФ, и перспективы увеличения грузооборота морских портов.

2. Методика исследования и его результаты

Будущее водных грузоперевозок зависит от различных факторов, и для успешного развития этой отрасли необходимо периодически оценивать и прогнозировать тенденции рынка, обновлять технологии и следить за геополитическими изменениями. Несмотря на потребность во внедрении новых и обновлении существующих инфраструктур, долгосрочные перспективы рынка водных грузоперевозок остаются оптимистичными, и это является благоприятной возможностью для грузоперевозчиков, стран и регионов, где присутствует большой потенциал развития в этой отрасли. Морские перевозки являются важнейшими в развитии водного транспорта. Однако, для расширения возможностей развития их инфраструктуры, необходимо развитие и речных перевозок, так как производители, например, нефтепродуктов заключают договора с посредниками по их экспорту. Одним из таких посредников является ООО «ВОЛГОТРАНС». На данном периоде она является одним из

крупных предприятий по Самарской области в сфере грузоперевозок. Судоходная компания оперирует более 30 единицами транспортного флота, в составе которого нефтеналивные суда с классом российского морского регистра судоходства и российского речного регистра. Организация ООО «ВОЛГОТРАНС» располагает собственным и арендованным флотом, таким как танкера сезонного и круглогодичного плавания с грузоподъемностью от 2500 до 5400 тонн. Основным направлением деятельности являются рейсовый чартер, тайм-чартер и бербоут-чартер. По итогам 2020 года компанией было перевезено более 1 миллиона тонн грузов, а с каждым последующим годом объемы лишь увеличивались. Сильное сезонное влияние ввиду закрытия каналов на внутренних водных путях и замерзания путей наблюдалось в начальный период деятельности компании. Модернизация позволила убрать данные сезонные ограничения, навигация судов более не завершается в ноябре-декабре, а флот эксплуатируется круглогодично, в связи с этим удалось расширить и географию перевозок. В рамках бизнес-процессов решаются стандартные задачи: согласование договоров контрагента; грузоперевозка; погрузочно-разгрузочные работы; ремонт судов; управление персоналом; управление финансами и другие.

Актуальность обуславливается тем, что водный транспорт играет большую роль в функционировании транспортной системы всей страны, сфера постоянно развивается путем совершенствования транспорта и изучения новых маршрутов. Речные перевозки очень распространены, так как имеется обширная водная сеть. Многие грузоперевозки также затрагивают и морские каналы. В этой связи, актуальным является изучение показателей деятельности компании ООО «ВОЛГОТРАНС» с целью разработки стратегии развития деятельности компании, анализа выгодных вариантов сотрудничества и проработки более качественных маршрутов и повышению эффективности ее деятельности.

В работе рассмотрены такие показатели, как объем грузоперевозок (X_1 , тыс. тонн) и выручка по основной деятельности (X_2 , тыс. руб.). Выручка по основной деятельности представляет из себя денежные средства, которые компания получает за реализацию услуг грузоперевозок за определенный период времени. Изучаемые показатели относятся к периоду от 2014 года по 2021 год. Все данные сгруппированы по квартально. Для этого проводилось усреднение за месяцы, соответствующие каждому кварталу (в табл. 1).

Первичный анализ предполагает графический анализ уровней ряда и анализ основных динамических показателей [10]. Первичный этап динамического анализа предполагает расчет цепных и базисных показателей. В рамках исследования проведем расчеты базисного и цепного абсолютного приростов, темпа роста и темпа прироста по данным из табл. 1. В качестве примера (рис. 1) представлен график цепного темпа роста для показателя грузоперевозок, выраженный в долях.

Как видно из рис. 1, цепной темп роста имеет хорошо выраженный колебательный характер. Причем участки роста и спада характеризуются периодичностью, т.е. участки роста сменяются участками спада. График, как видно, внутри каждого года имеет максимальное значение темпа роста и последующее его снижение. При анализе только максимальных значений цепного темпа роста видно, что эта величина имеет существенное снижение в целом за изучаемый период. Таким образом, такое поведение свидетельствует о тенденции к снижению объемов грузооборота. Минимальные значения по показателю грузоперевозок имеют примерно одинаковые значения в первой половине изучаемого периода, цепной темп роста показывает отсутствие существенных изменений в грузоперевозках за период 2021 года.

Для формирования стратегии развития показателя грузооборота необходимо провести анализ динамики внутри каждой группы кварталов. С этой целью рассчитывались

Таблица 1: Показатели деятельности ООО «ВОЛГОТРАНС» 2014-2021 года.
Table 1: Performance indicators of VOLGOTRANS LLC 2014-2021.

Год	2014				2015			
квартал	1	2	3	4	1	2	3	4
X_1	40615.1	190176	230203	194988	45557.8	145263	215991	50994.3
X_2	17900	249406	329923	233877	39542	206385	303719	78801
год	2016				2017			
квартал	1	2	3	4	1	2	3	4
X_1	23993.7	90337.9	154077	116889	31132.2	106638	184223	117893
X_2	29072	149933	303194	211960	39854	164666	374829	226483
год	2018				2019			
квартал	1	2	3	4	1	2	3	4
X_1	47159.1	103350	121266	65965.0	48098.4	51504.2	110547	74114.7
X_2	78173	194743	262057	149853	102782	169622	299194	174276
год	2020				2021			
квартал	1	2	3	4	1	2	3	4
X_1	229613	213892	263605	296435	214464	272113	391327	395065
X_2	199568	356497	376473	317545	214618	363045	417324	305270



Рис. 1: Цепной темп роста грузоперевозок ООО «ВОЛГОТРАНС»

Fig. 1: The chain growth rate of freight transportation by VOLGOTRANS LLC

относительные показатели для цепного темпа роста, например, отношение цепного темпа роста 2015 года к величине цепного темпа роста 2014 года по данным 2 квартала составила 0.681, по данным третьего и четвертого квартала составили соответственно 1.228 и 0.278. Аналогичные относительные величины представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, рост темпа прироста наблюдается в 2016 году. В остальные го-

Таблица 2: Относительные показатели для цепного темпа роста по показателю грузооборота.
Table 2: Relative indicators for the chain growth rate in terms of cargo turnover.

	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал
2016/2015	2.013	1.181	1.147	3.213
2017/2016	0.566	0.910	1.013	0.844
2018/2017	1.502	0.640	0.679	0.850
2019/2018	1.823	0.489	1.829	1.232
2020/2019	4.249	0.870	0.574	1.677
2021/2020	0.233	1.362	1.167	0.898

ды рост и спад темпа прироста характерен по всем кварталам. Рассмотрим усредненную величину относительного изменения цепного темпа роста. Для этого воспользуемся формулой средней геометрической. Численные значения поквартально составили: в первом 65%; во втором 112.2%; в третьем 99.15% и в четвертом 102.5%. Как видно, проявляется достаточно сильно фактор сезонности. Зимний период имеет достаточно высокую скорость снижения по отношению к предшествующему периоду. Этот период, как правило является инженерно-техническим, время ремонта и переоснащения. Весенне-летний период характеризуется высоким показателем роста относительной величины цепного темпа роста, в среднем увеличивается на 12.2%. Проведя аналогичные расчеты со вторым показателем, выручкой по основной деятельности, было установлено, что цепные показатели темпа роста и относительной величины темпа роста ведут себя аналогичным образом в рамках изучаемого периода. Следовательно, необходимо рассмотреть поведение данных показателей внутри каждого квартала, так как фактор сезонности обнаруживает свое доминирование. В табл. 3 представлены величины среднего темпа роста по изучаемым показателям.

Таблица 3: Поквартальные значения среднего темпа роста (%) за период с 2014 по 2021 годы.
Table 3: Quarterly values of the average growth rate (%) for the period from 2014 to 2021.

Показатель	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал
Грузооборот	126.83	105.25	107.87	110.61
Выручка по основной деятельности	142.59	105.5	103.41	103.87

Как видно из табл. 3, наблюдается тенденция роста каждого показателя внутри квартала, однако, в целом, наблюдается снижение как грузооборота, так и выручки по основной деятельности. Анализ величины цепного темпа роста позволил также выявить, что усредненная величина (по формуле средней геометрической) цепного темпа роста выручки по основной деятельности по изучаемым кварталам за период с 2014 по 2021 годы лежит в диапазоне от 80% до 125%, а величина ускорения, соответственно, в диапазоне от 75% до 117%. Рис. 2 демонстрирует поквартальное распределение указанных величин.

Значительное повышение темпов роста по каждому показателю можно наблюдать,

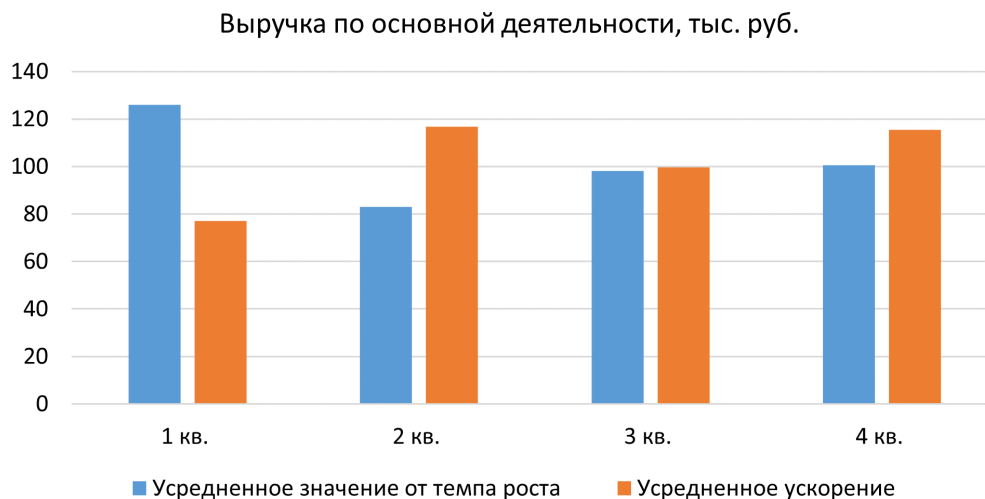


Рис. 2: Усредненные величины скорости и ускорения среднего темпа роста выручки по основной деятельности ООО «ВОЛГОТРАНС»

Fig. 2: The average values of the speed and acceleration of the average revenue growth rate for the core business of VOLGOTRANS LLC

начиная со 2 квартала 2020 года, связано это с лизингом пароходов более большой грузоподъемности. Взятие пароходов в лизинг существенно отразилось на положительной динамике грузоперевозок и выручки по основной деятельности. Таким образом, проведенный анализ показал, что использование лизинговых пароходов явилось эффективным инструментом в стратегии деятельности компании ООО «ВОЛГОТРАНС».

Следующий шаг исследования — проверка на стационарность уровней временного ряда. Стационарность — это неизменность математического ожидания и дисперсии для уровней ряда [11–12]. Знание о стационарности временного ряда необходимо для выбора методов дальнейшего анализа. Далее проверяется гипотеза о постоянстве среднего уровня показателя и дисперсии. Изучаемый период разделялся на 2, 3 и 4 периода. В качестве примера рассмотрим разбиение на два периода. Первый период — это уровни с 2014 года 1 кв. по 2017 г. 4 кв., соответственно 2 период с 2018 года 1 кв. по 2021 г. 4 кв. Для каждого периода рассчитаны статистические показатели. Для показателя грузоперевозок средний уровень первого периода составил 121186.07 тонн, дисперсия 4840092987, для второго периода, соответственно, 181157.61 тонн и 14309363098. Для показателя «Выручка по основной деятельности» средний уровень первого периода составил 154024.13 тыс. руб., для второго — 236047.76 тыс. руб. Значения дисперсий соответственно равны 4460523555 и 6325520185. На уровне значимости 0.05 принимается гипотеза о слабой стационарности изучаемых временных рядов. Следующий этап исследования — изучение степени тесноты взаимосвязей между уровнями ряда. Для выявления взаимосвязи рассчитывались коэффициенты автокорреляции. Чем ближе значение коэффициента к 1 или -1 , тем сильнее связь между значениями ряда при разных сдвигах во времени (лагах). Если значение коэффициента близко к 0, то связь между значениями ряда на данных лагах отсутствует или очень слабая. Эта информация может быть полезна для прогнозирования будущих значений ряда и принятия решений в будущем. Коэффициент автокорреляции рассчитывается по следующей формуле.

$$\rho(T) = \frac{\text{cov}(y_t, y_t + T)}{D(y_t)} \quad (1)$$

Расчетные значения величины коэффициента автокорреляции составили для показателя грузооборота 0.67 при лаге 1, 0.35 при лаге 2, 0.6 при лаге 3 и 0.25 при лаге 4. Для показателя выручки по основной деятельности 0.65 при лаге 1, 0.34 при лаге 2, 0.5 при лаге 3 и 0.22 при лаге 4. Характер изменения величины коэффициента автокорреляции согласуется с поведением темпа роста. Наибольшая по величине связь наблюдается при сдвиге во времени на один период. Степень тесноты можно охарактеризовать, как умеренную. С ростом лага связь убывает, а затем возрастает и далее опять убывает. Повторный рост коэффициента автокорреляции значительно меньше, чем значение коэффициента при сдвиге на один лаг. То есть не смотря на рост, теснота связи ослабевает. Для показателя грузоперевозок численное значение автокорреляции уменьшается примерно на 0.1. Дальнейшее снижение составляет примерно 0.25. Решение проблемы выявления тренда проводилось по сглаженным данным с интервалом сглаживания 3, 4 и 5. Утраченные при сглаживании данные были восстановлены с использованием величины среднего абсолютного прироста на последнем активном участке сглаживая.

Для определения факта наличия тренда в работе использовались два критерия: критерий серий, основанный на медиане выборке и критерий восходящих и нисходящих серий. При использовании первого критерия определялась медиана, которая далее сравнивалась с каждым i -м уровнем сглаженного ряда. Расстановка плюсов и минусов проводилась по правилу: если i -е значение уровня ряда больше медианы, то ставится знак «+», если меньше — «-», и если оно равно медиане, то оно игнорируется. Сериями называются последовательные знаки «+» или «-». Длина самой длинной серии и их количество подсчитываются при расчете наблюдаемой статистики критерия:

$$V(n) < [1.43(\ln(n+1))], \quad w(n) > \left[\frac{1}{2}(n+1 - 1.96\sqrt{n-1}) \right]. \quad (2)$$

Если хотя бы одно из неравенств не выполняется, то отклоняется нулевая гипотеза об отсутствии тренда в изучаемом временном ряду.

Во втором критерии знак серии определялся по знаку цепного абсолютного прироста. Далее подсчитываются количество серий и длина самой длинной серии. Если хотя бы одно из следующих неравенств не выполняется, то отклоняется основная гипотеза об отсутствии тренда в изучаемом временном ряду:

$$V(n) > \left[\frac{1}{3}(2n-1) - 1.96 \frac{\sqrt{16n-29}}{90} \right], \quad (3)$$

$W \leq W_0$, где W_0 — табличное значение, зависящее от объема выборки (для $n \leq 26$, $W_0 = 5$).

Информация о наличии тренда временного ряда используется для анализа и прогнозирования его будущих значений. По результатам проверки гипотезы о наличии тренда для показателя «Грузоперевозки» по критерию серий, основанного на медиане выборки, число серий равнялось 12, длина максимальной серии равна 8. По критерию «Нисходящих и восходящих» число серий равно 17, длина максимальной серии 3. Для показателя «Выручка по основной деятельности» аналогичные показатели составили 10 и 8, 16 и 3. В результате наличие неслучайной составляющей является статистически значимым.

На рис. 3 и 4 представлены трендовые модели по изучаемым показателям. По оси

абсцисс откладывается номер временного периода, в нашей случае это номер квартала.

Прогнозные данные по объему грузоперевозок по полиному второй степени составили соответственно на следующие три периода 355681.52; 162109.38; 185773. По полиному третьей степени соответственно: 409868.349; 465123.408 и 525933.375 тыс. тонн. Прогнозные данные по выручке по основной деятельности составили по линейному тренду: 285532.5; 291371 и 297209.5, по полиному второй степени: 343235.71; 183069.94 и 204345.75; по полиному третьей степени 351273.2176; 372585.9432 и 395214.35 тыс. рублей. Рассчитанные прогнозные значения соответствуют доверительной вероятности 0.95.

Рассмотрим модели авторегрессии. Модель авторегрессии $AR(p)$ — это модель временного ряда, в которой текущее значение моделированной переменной задается функцией от прошлых значений самой переменной. Данная модель основана на предположении, что текущее значение зависит от предыдущего. Модель задается следующим образом:

$$y_t = c + c_{t-1}y_{t-1} + c_{t-2}y_{t-2} + \dots + c_{t-p}y_{t-p} + \varepsilon_t, \quad (4)$$

где y_t — текущее значение, c — константа, c_{t-k} — коэффициенты авторегрессии, а ε_t — случайная величина. Для расчета значимости уравнений каждого порядка используется t -статистика Стьюдента для каждого коэффициента уравнения, заданная формулой

$$tH = \frac{c}{Se(c)}, \quad (5)$$

где c — оценка коэффициента авторегрессии, $Se(c)$ — стандартная ошибка оценки, которая сравнивается с табличным значением для заданного уровня значимости α или с помощью таблицы распределения Стьюдента находят значение α и сравнивается с выбранным уровнем значимости. В случае, если значение α меньше уровня значимости, то данный коэффициент уравнения признается статистически значимым. Далее представлены модели авторегрессии для показателя грузоперевозок

Модель $AR(1)$: $X_1 = 49110.59 + 0.60873X_{1t-1}$, уравнение и параметры модели статистически значимы на уровне 0.05. Модель $AR(2)$: $X_1 = 63386.13 + 0.552444X_{1t-1} - 0.06127X_{1t-2}$. Значимым является только коэффициент при X_{1t-1} . Модель $AR(3)$: $X_1 = 47233.59 + 0.552012X_{1t-1} - 0.4268X_{2t-1} + 0.455363X_{1t-3}$. Статистически значимыми являются и уравнение и параметры модели. Модель $AR(4)$: $X_1 = 47079.72 + 0.407099X_{1t-1} - 0.34371X_{1t-2} + 0.255031X_{1t-3} + 0.244431X_{1t-4}$. Уравнение является статистически незначимым. Модель $AR(5)$: $X_1 = 56950.81 + 0.437776X_{1t-1} - 0.26801X_{1t} - 2 + 0.155869X_{1t-3} + 0.330419X_{1t-4} - 0.16248X_{1t-5}$ является статистически незначимой.

Воспользуемся моделью адаптивного прогнозирования Хольта и Брауна. Модель Хольта [12] при прогнозировании учитывает два параметра: уровень и тренд. Уровень представляет собой среднее значение ряда, а тренд — скорость изменения ряда со временем. В модели Хольта уровень и тренд сглаживаются с помощью двух коэффициентов сглаживания: α и β . Коэффициент α отвечает за сглаживание уровня, а коэффициент β — за сглаживание тренда. Чем меньше значения коэффициентов, тем большую важность имеют предыдущие значения ряда. Прогнозирование модели Хольта осуществляется по следующим шагам, представленным в табл. 4.

Модель Хольта имеет ряд преимуществ перед другими методами прогнозирования, так как она учитывает не только прошлые значения ряда, но и его тренд, что позволяет получить более точные прогнозы. Модель Брауна представляет собой более простую модель, где будущее значение зависит только от предыдущего и от ряда случайных фак-

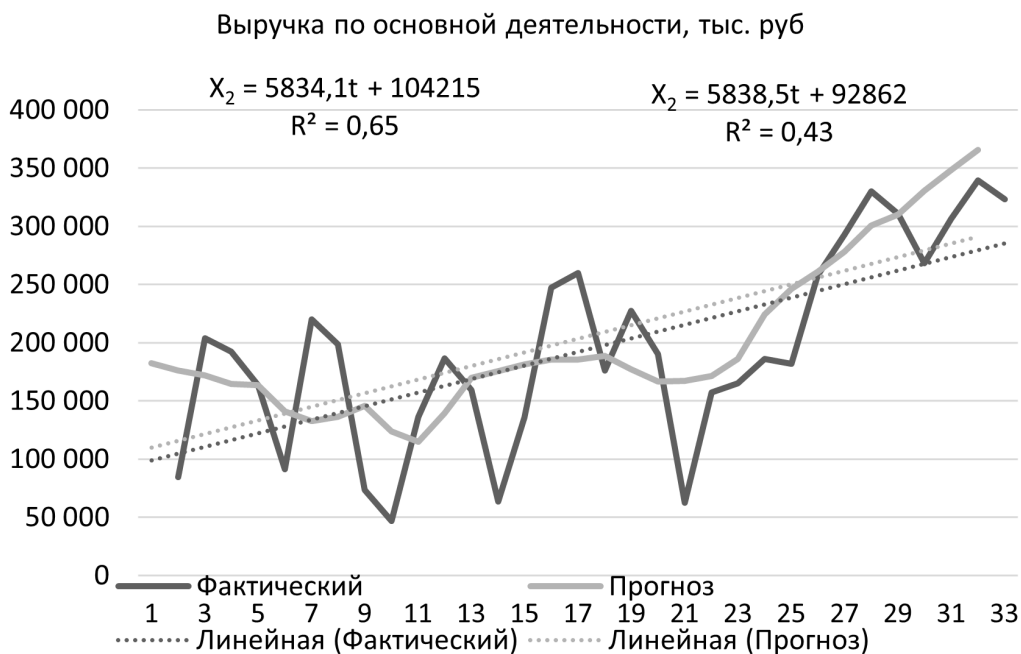


Рис. 3: Трендовые модели показателя «Выручка по основной деятельности»

Fig. 3: Trend models of the “Core business revenue” indicator

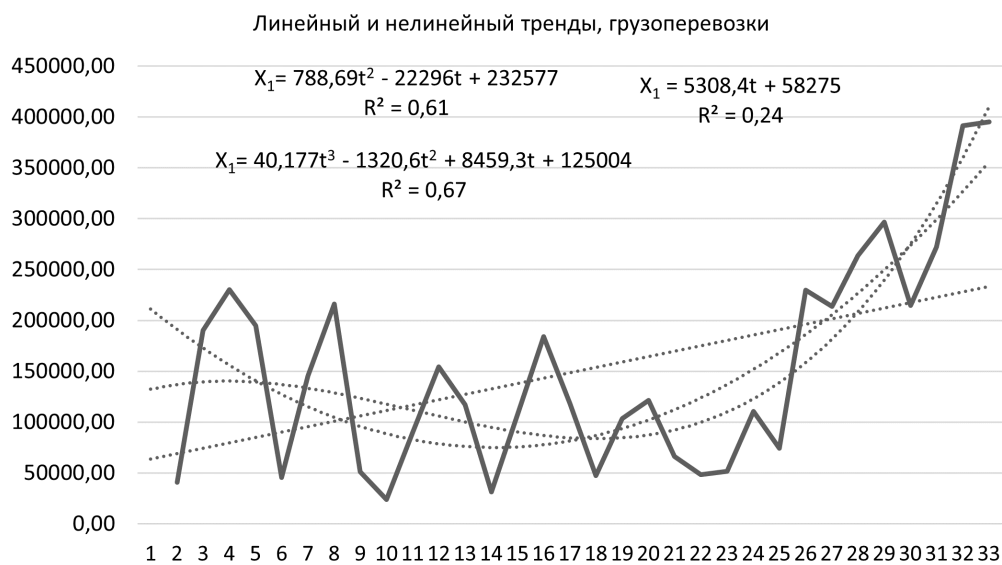


Рис. 4: Трендовая модель показателя «Грузоперевозки»

Fig. 4: The trend model of the “Cargo transportation” indicator

Таблица 4: Алгоритмы Хольта и Брауна.
Table 4: Holt and Brown algorithms.

Шаги по модели Хольта	Шаги по модели Брауна
$\hat{y}_t = A_0 + B_0t, t = 1, 2, \dots, l;$	$\hat{y}_t = A_0 + B_0t, t = 1, 2, \dots, l$
$\hat{y}_{t+k} = A_t + B_tk, t = 0, 1, 2, \dots, n;$	$\hat{y}_{t+k} = A_t + B_tk, t = 0, 1, 2, \dots, n$
$\varepsilon_{t+k} = y_{t+k} - \hat{y}_{t+k};$	$\varepsilon_{t+1} = y_{t+1} - \hat{y}_{t+1}; \varepsilon\%_1 = \frac{ \varepsilon_1 }{y_1} \times 100$
$A_t = A_{t-1} + B_{t-1} + \alpha_1\varepsilon;$	$A_t = A_{t-1} + B_{t-1} + (1 - \beta^2)\varepsilon_t$
$B_t = B_{t-1} + \alpha_1\alpha_2\varepsilon_t;$	$B_t = B_{t-1} + \alpha^2\varepsilon_t$

торов. Линейная модель Брауна для прогноза уровня ряда в момент времени t на k шагов вперед представляется в виде формулы: $\hat{y}_t = A_t + B_tk, k = 1, 2, \dots; t = 0, 1, 2, \dots, n$. Построение модели Брауна состоит из следующих этапов, представленных в таблице 4. Динамический анализ и прогнозирование показателей ООО «ВОЛГОТРАНС». Модель Хольта, объем грузоперевозок при коэффициенте сглаживания $\alpha = 0.9999$ и коэффициенте дисконтирования $\beta = 0.0001$ (табл. 5).

Таблица 5: Прогнозное значение грузооборота и его интервальная оценка.
Table 5: Forecast value of cargo turnover and its interval estimation.

Прогноз	Интервальная оценка прогноза по Хольту	
453198.14	296366.05	610030.22
456930.20	300098.11	613762.28
460662.26	303830.17	617494.35

Модель Брауна, объем грузоперевозок при коэффициенте сглаживания $\alpha = 0.6$ и коэффициенте дисконтирования $\beta = 0.4$ (табл. 6).

Таблица 6: Прогнозное значение грузооборота и его интервальная оценка.
Table 6: Forecast value of cargo turnover and its interval estimation.

Прогноз	Интервальная оценка прогноза по Брауну	
429553.98	599843.86	259264.10
442413.37	612703.26	272123.49
440230.01	610519.89	269940.13

Как видно из табл. 5 и 6, прогнозные значения по модели Брауна ниже, чем по модели Хольта. Рассматривая полученные значения, можно сделать вывод, что прогнозные

значения показателя объема водных грузоперевозок по модели Брауна располагаются в интервале от 259 тыс. до 612 тыс. тонн. Относительная ошибка прогноза не превосходит 10%. Прогнозные значения показателя объема водных грузоперевозок по модели Хольта располагаются в интервале от 296 тыс. тонн до 617 тыс. тонн. Относительная ошибка прогноза не превосходит 14%. Таким образом, разрабатывая стратегии деятельности компании ООО «ВОЛГОТРАНС» необходимо учитывать динамику прошлых периодов и сопоставлять с прогнозными значениями уровня показателей.

Заключение

1. В работе проведен теоретический анализ, в ходе которого подтвердилась актуальность исследования вопросов повышения эффективности водных грузоперевозок как одного из важнейшего сегмента транспортной индустрии. Проведенный анализ помогает прогнозировать возможные изменения, выявлять ключевые вопросы для последующего развития отрасли речных и морских грузоперевозок.
2. Оценка эффективности деятельности предприятия и составление прогноза на будущее проводились на основе методов динамического анализа. В работе проведен анализ динамики показателей «Грузооборот» и «Выручка по основной деятельности». Изучены основные показатели динамики, взаимосвязь уровней ряда. Выявлены трендовые составляющие, проведена оценка прогнозных значений показателей. Прогнозные значения показателя объема водных грузоперевозок по модели Хольта располагаются в интервале от 296 тыс. до 617 тыс. тонн. Прогнозные значения показателя объема водных грузоперевозок по модели Брауна располагаются в интервале от 259 тыс. до 612 тыс. тонн.
3. Результаты исследования позволяют при разработке стратегии развития компании увеличить масштабы рынка товаров и услуг, связанных с перевозками, а также увеличение перевозок максимальных объемов грузов при эффективном использовании имеющегося флота.

Конкурирующие интересы: Конкурирующих интересов нет.

Библиографический список

1. Бабурина О.Н., Кондратьев С.И. Морские перевозки: тенденции развития в мировой и Российской экономике // Транспортное дело России. 2016. № 5. С. 112–116. EDN: XCSKXX.
2. Черепанов И.В., Филатова Е.В. Современное состояние и тенденции развития морских портов России как элемента транспортного пространства // Транспортное дело России. 2018. № 5. С. 48–53. EDN: YLQCJN.
3. Терентьева Л.В., Козловский К.В. Влияние факторов внешней среды на структуру грузооборота морского рыбного порта // В сборнике: Современное состояние и актуальные проблемы водного транспорта. Сборник статей Всероссийской научно-практической студенческой конференции. Казань, 2020. С. 71–76. EDN: LPLVYE.
4. Просвирякова И.В., Золкин А.Л., Чистяков М.С., Тормозов В.С. Анализ грузооборота морских портов Российской Федерации // Управленческий учет. 2021. № 6-1. С. 59–66. EDN: DLQLEB.
5. Алимуратов М.К., Горячева А.С., Курбацкий А.Н. Стратегические приоритеты развития структуры грузооборота морских портов России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2021. Т. 14. № 4. С. 97–112. EDN: IRVQAC.
6. Гаврилов А.Н. Влияние развития инфраструктуры на построение прогноза грузооборота морских портов // В сборнике: Международные научные чтения имени лауреата нобелевской

- премии П.Л. Капицы. Сборник статей Международной научно-практической конференции, состоявшейся. Петрозаводск, 2021. С. 119–123. EDN: MONURP.
7. Гаврилов А.Н. Применение методов теории вероятности в прогнозировании грузооборота морских портов // Актуальные научные исследования в современном мире. 2021. № 11. С. 7–10. EDN: UVMEJW.
 8. Прокопенко А.А., Хмелева Г.А. Анализ деятельности и перспективы развития морских портов России // В сборнике: Наука. Исследования. Практика. Сборник статей международной научной конференции. Санкт-Петербург, 2022. С. 111–114. EDN: JRVLTL.
 9. Жендарева Е.С., Зыкова В.Ю. Перспективы увеличения грузооборота морских портов России // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2023. № 2. С. 5–9. EDN: KXUYYS.
 10. Дайитбегов Д. М. Компьютерные технологии анализа данных в эконометрике / Д.М. Дайитбегов. Москва: Инфра-М, 2008. 578 с. ISBN: 978-5-16-003380-8. <https://www.ibooks.ru/bookshelf/378049/reading>.
 11. Бойко И.В. Грузопотоки в балтийских портах России: факторы, тенденции, перспективы // Пространственная экономика. 2021. Т. 17. № 4. С. 168–185. EDN: PYEWJE.
 12. Киселенко А.Н., Малащук П.А., Сундуков Е.Ю. Пропускные способности и грузооборот морских портов западной части арктической транспортной системы // В сборнике: Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2018. Сборник статей Шестой Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием): в 3 частях. 2018. С. 263–269. EDN: YTWTNJ.

Evaluation of effectiveness and forecasting of enterprise performance indicators in the field of river and sea cargo transportation based on dynamic analysis methods

Yu. I. Ryazheva, A. Yu. Trusova

Samara National Research University, 34, Moskovskoe shosse, Samara, 443086,
Russian Federation.

Abstract

This article calculates key performance indicators of the company Volgotrans LLC's dynamic activity. Trends are identified, and models for estimating forecast values are described. A comparative analysis of forecasting results using Holt's and Brown's adaptive models is conducted. Estimates of forecast levels for cargo turnover and revenue are obtained. The application of mathematical tools for dynamic analysis allows for solving forecasting problems in the river and sea freight industry. Calculated values of growth rates, absolute increments (both chain and base), and average values of indicators ensure high-quality use of dynamic forecasting models. The use of the moving average method creates conditions for identifying trends. A comparative analysis of the results using trend models and the adaptive forecasting methodology of Holt and Brown improves the accuracy of the forecast for the indicators under study. Dynamic analysis of indicators contributes to the development of the company's development strategy, the analysis of advantageous cooperation options, and the development of higher-quality routes.

Keywords: forecasting of a dynamic series; stationarity of a time series; dynamics characteristics; smoothing of dynamic series of a simple moving average; autocorrelation function; autoregression models.

Received: Sunday 15th December, 2024 / Revised: Saturday 18th January, 2025 /
Accepted: Wednesday 29th January, 2025 / First online: Tuesday 18th March, 2025

Mathematical Statistical and Instrumental Methods of Economics (Research Article)

© Authors, 2025


© Samara University, 2025 (Compilation, Design, and Layout)

Ⓙ © ⓘ The content is published under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)


Please cite this article in press as:

Ryazheva Yu. I., Trusova A. Yu. Evaluation of effectiveness and forecasting of enterprise performance indicators in the field of river and sea cargo transportation based on dynamic analysis methods, *Vestnik Samarskogo Universiteta. Ekonomika i Upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2025, vol. 16, no. 1, pp. 159–173. doi:<http://doi.org/10.18287/2542-0461-2025-16-1-159-173> (In Russian).

Authors' Details:

Yulia I. Ryazheva  <http://orcid.org/0009-0008-1901-2577>

PhD in Economics, Associate Professor; Associate Professor of the General and Strategic Management Department; e-mail: ryazheva_yulia@mail.ru

Alla Yu. Trusova  <http://orcid.org/0000-0001-7294-0964>

PhD in Physico-Mathematical Science, Associate Professor; Associate Professor of the Mathematics and Business Informatics Department; e-mail: trusova.ayu@ssau.ru

Competing interests: No competing interests.

References

1. Baburina O.N., Kondratiev S.I. Sea transportation: development trends in the world and Russian economy // *Transport business of Russia*. 2016. No. 5. pp. 112–116. EDN: XCSKXX. (In Russ.)
2. Cherepanov I.V., Filatova E.V. Current state and development trends of Russian seaports as an element of transport space // *Transport business of Russia*. 2018. No. 5. pp. 48–53. EDN: YLQCJN. (In Russ.)
3. Terentieva L.V., Kozlovsky K.V. Influence of environmental factors on the structure of cargo turnover of the sea fishing port // In the collection: *Current state and current problems of water transport*. Collection of articles of the All-Russian scientific and practical student conference. Kazan, 2020. pp. 71–76. EDN: LPLVYE. (In Russ.)
4. Prosviryakova I.V., Zolkin A.L., Chistyakov M.S., Tormozov V.S. Analysis of cargo turnover of seaports of the Russian Federation // *Management accounting*. 2021. No. 6-1. pp. 59–66. EDN: DLQLEB. (In Russ.)
5. Alimuradov M.K., Goryacheva A.S., Kurbatsky A.N. Strategic priorities for the development of the cargo turnover structure of Russian seaports // *Economic and social changes: facts, trends, forecast*. 2021. Vol. 14. No. 4. pp. 97–112. EDN: IRVQAC. (In Russ.)
6. Gavrilov A.N. The Impact of Infrastructure Development on the Construction of a Forecast of Seaport Cargo Turnover // In the collection: *International Scientific Readings named after Nobel Prize Laureate P.L. Kapitsa*. Collection of articles from the International Scientific and Practical Conference held. Petrozavodsk, 2021. pp. 119–123. EDN: MONURP. (In Russ.)
7. Gavrilov A.N. Application of Probability Theory Methods in Forecasting Seaport Cargo Turnover // *Current Scientific Research in the Modern World*. 2021. No. 11. pp. 7–10. EDN: UVMEJW. (In Russ.)
8. Prokopenko A.A., Khmeleva G.A. Analysis of the activities and development prospects of Russian seaports // In the collection: *Science. Research. Practice*. Collection of articles from the international scientific conference. St. Petersburg, 2022. pp. 111–114. EDN: JRVLTL. (In Russ.)
9. Zhendareva E.S., Zykova V.Yu. Prospects for increasing the cargo turnover of Russian seaports // *Scientific problems of transport in Siberia and the Far East*. 2023. No. 2. pp. 5–9. EDN: KXUYYC. (In Russ.)
10. Daitbegov D.M. *Computer technologies for data analysis in econometrics* / D.M. Daitbegov. Moscow: Infra-M, 2008. 578 p. ISBN: 978-5-16-003380-8. <https://www.ibooks.ru/bookshelf/378049/reading>. (In Russ.)
11. Boyko I.V. Cargo flows in the Baltic ports of Russia: factors, trends, prospects // *Spatial economy*. 2021. Vol. 17. No. 4. pp. 168–185. EDN: PYEWJE. (In Russ.)
12. Kiselchenko A.N., Malashchuk P.A., Sundukov E.Yu. Throughput and cargo turnover of seaports of the western part of the Arctic transport system // In the collection: *Actual problems, directions and mechanisms for the development of productive forces of the North – 2018*. Collection of articles of the Sixth All-Russian scientific and practical conference (with international participation): in 3 parts. 2018. pp. 263–269. EDN: YTWTNJ. (In Russ.)