

УДК 519.257:69.003

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ

Арушанян А.А.

студент,

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при

Президенте РФ,

Москва, Россия

Иванова Е.М.

студент,

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при

Президенте РФ,

Москва, Россия

1

Аннотация

Оценка эффективности использования трудовых и материальных ресурсов является актуальной задачей анализа для любой отрасли производства. Цель исследования статьи состоит в построении ряда линейных и нелинейных эконометрических моделей выпуска продукции по виду экономической деятельности «Строительство». Для анализа был проведен обзор текущей ситуации в строительном секторе России на основании данных, предоставленных Федеральной службой государственной статистики за 2005-2022 гг. Для оценки эффективности использования ресурсов построены линейные модели для таких факторов как «Капитал» и «Труд», а также производственная функция Кобба-Дугласа. Для всех моделей выполнены проверки статистического качества.

Ключевые слова: экономико-математические модели, строительство, макроэкономическое моделирование, производственная функция, модель Кобба-Дугласа.

¹ Научный руководитель: Снежко В.Л., доктор технических наук, профессор

***ANALYSIS AND FORECAST OF THE DEVELOPMENT OF THE
CONSTRUCTION INDUSTRY BASED ON THE PRODUCTION FUNCTION.***

Arushanyan A.A.

student,

Presidential academy,

Moscow, Russia

Ivanova E.M.

student,

Presidential academy,

Moscow, Russia

2

Annotation

Assessing the efficiency of using labor and material resources is an urgent task of analysis for any industry. The purpose of the article's research is to construct a number of linear and nonlinear econometric models of product output for the type of economic activity "Construction". For the analysis, a review of the current situation in the Russian construction sector was carried out based on data provided by the Federal State Statistics Service for 2005-2022. To assess the efficiency of resource use, linear models were built for such factors as "Capital" and "Labor", as well as the Cobb-Douglas production function. Statistical quality checks were performed for all models.

Key words: economic and mathematical models, construction, macroeconomic modeling, production function, Cobb-Douglas model.

Введение. В период с 2005 по 2022 гг. в России происходил ряд экономических кризисов, которые непосредственно отразились на

² Scientific supervisor: Snezhko V. L., Doctor of Technical Sciences, Professor

строительной отрасли. [4, 7]. К примеру, мировой экономический кризис 2008 года существенно повлиял на такие показатели, как среднесписочная численность рабочих (спад в 6 раз) и выпуск продукции (спад в 5 раз). Пандемия COVID-19 привела к спаду численности рабочих, выпуска продукции и ОПФ в 2020 году. Однако к причинам, затрудняющим и замедляющим рост в строительной отрасли, относятся также и геополитические факторы, в частности, санкции, которые привели к повышению стоимости материалов, удорожанию кредитов и недостаточным объемам финансирования. Стоит обратить внимание на такие причины как инфляция, доступность ипотечных кредитов и недостаток специалистов в отрасли [1]. Несмотря на все перечисленные факторы, по оценке Росстата [9], объем работ, выполненных в 2021 г. по виду деятельности «Строительство», составил 10 791 603 млн рублей, или 106,0% по отношению к результату 2020 г. (в сопоставимых ценах).

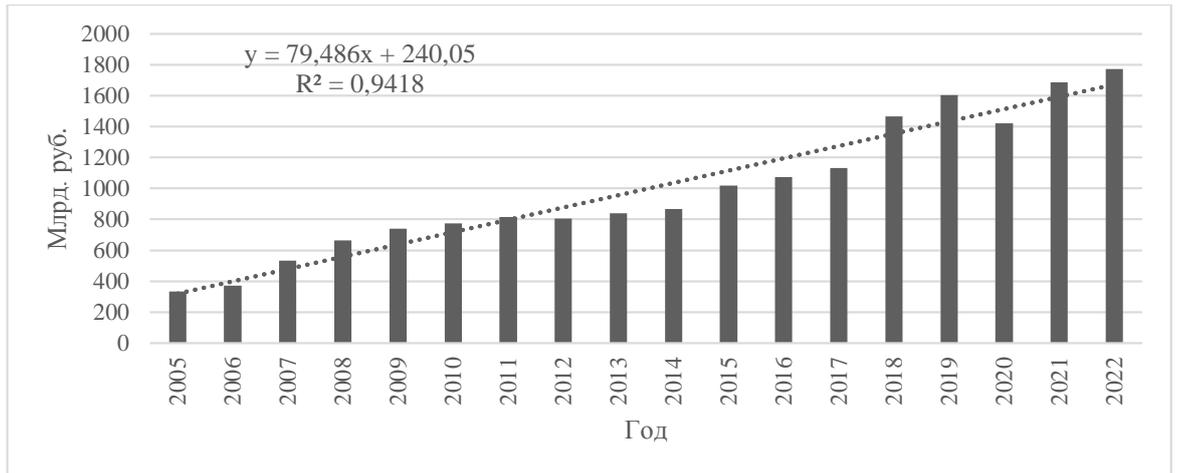
В последнем отчете Минстроя были подведены следующие итоги: объемы жилищного строительства с 2004 года увеличились в 2,5 раз. За 20 лет была введена в эксплуатацию треть всего жилья в стране. Начиная с 2008 года, 1,7 млн граждан были переселены из аварийного жилья. Также отрасли поддержала многих застройщиков во время пандемии, что позволило им не обанкротиться. С 2014 года активно ведется строительство на новых субъектах РФ – Крым и Севастополь. Уже завершена реализация 627 объектов и мероприятий в области дорожно-транспортной, социальной, энергетической, инженерной и туристической инфраструктуры. Также к Зимним Олимпийским играм 2014 в Сочи было проведено масштабное строительство новых спортивных объектов. Начиная с 2022 года, ведутся восстановительные работы в новых субъектах РФ (18320 объектов). Строительство играет важнейшую роль в развитии национальной экономики с точки зрения вклада во внутренний валовой продукт. Развитие отрасли ведет к социально-экономическому развитию страны и регионов, что приводит к стимулированию со стороны

государства [6]. Также, строительство приводит к масштабным мультипликативным эффектам в смежных отраслях.

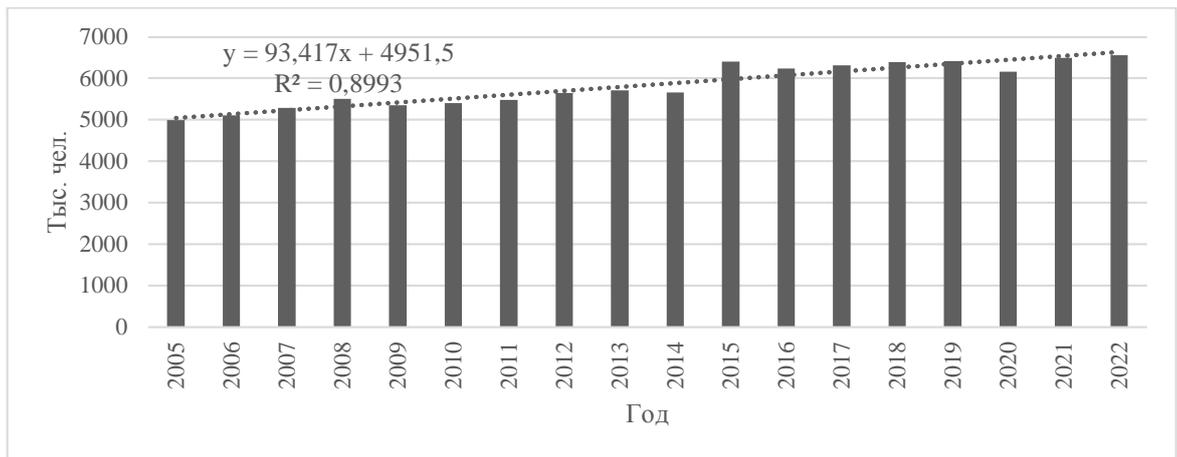
Цель и задачи исследования. Целью исследований является построение классической производственной функции (модель Кобба-Дугласа) для анализа развития отрасли строительства в Российской Федерации.

Материал и методы исследований. Статистическим материалом для построения модели были официальные данные Российской службы государственной статистики за 2005-2022 годы. Для проведения исследования использованы такие общенаучные методы как анализ и синтез, индукция и дедукция. Кроме того, применялись методы теории вероятностей и математической статистики, в частности регрессионный анализ и методы обработки рядов динамики [8]. Для построения моделей использован аппарат производственных функций [11]. Расчеты выполнялись в свободно распространяемом программном обеспечении GRETl.

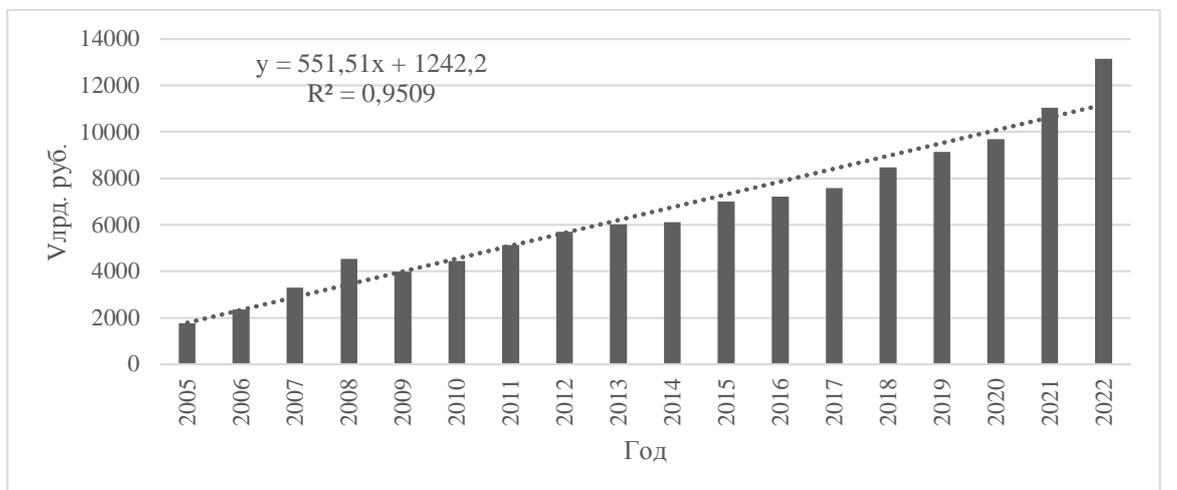
Результаты и их обсуждение. Многолетние данные ежегодных значений таких факторов как труд, капитал и выпуск приведены на рис 1. Для качественного анализа был оценен темп роста показателей: основные производственные фонды по остаточной балансовой стоимости на конец отчетного года по виду экономической деятельности «Строительство», млрд. руб.; среднегодовая численность занятых по виду экономической деятельности «Строительство», чел.; объем работ, выполненный по виду экономической деятельности «Строительство», млрд. руб.



а)



б)



в)

Рис. 1. Динамика ежегодных значений показателей: а – остаточная балансовая стоимость основных производственных фондов; б – среднесписочная численность рабочих; в – ежегодный выпуск продукции (авторская разработка)

Анализ темпов ежегодного роста стоимости остаточной балансовой стоимости основных производственных фондов строительной отрасли выявил преимущественную тенденцию к снижению с отдельными годами резкого роста в пределах 17,4%-43,5% (2007, 2015, 2018 и 2021 гг.). Резкий рост ОПФ в 2006-2008 гг. был связан с началом реализации различных национальных проектов в социальных и агропромышленном комплексе. Широкое распространение получила программа «Жилище», направленная на улучшение жизни граждан страны. Результатом данных проектов стал существенный рост в 2007 году, составивший 43,5%. Этот показатель остается максимальным вплоть до 2022 года: следующий высокий показатель в 2018 году составлял 29,4 %, что на 15,1 % ниже. После начала мирового экономического кризиса, наблюдается замедление темпов роста стоимости остаточной балансовой стоимости основных производственных фондов строительной отрасли или отсутствие роста. Строительная отрасль долгое время находилась в упадке. Для улучшения ситуации в строительной сфере были приняты новые государственные программы и механизмы поддержки, среди которых национальный проект «Жильё и городская среда», стратегия инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации на период до 2030 года и государственная программа «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации». Спад после подъема в 2018 году связан с ростом цен на строительно-монтажные работы и на строительные материалы выросли [10].

Темп роста среднегодовой численности занятых в строительной отрасли изменялся от -4% до 13%. В целом можно сказать, что темпы изменения такого фактора как труд менее выражены, чем изменения капитала. Объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство», в 2008 году имел резкое сокращение с последующим скачкообразным изменением и выходом на устойчивое приращение темпов роста начиная с 2019 года.

В целом, по сравнению с 2005 годом стоимость основных производственных фондов увеличилась в 5,3 раза, что может быть связано с вводом в действие новых основных фондов с использованием достижений научно-технического прогресса и эффективным использованием имеющихся основных фондов и производственных мощностей [12]. Численность рабочих, занятых в строительстве, выросла в 1,3 раза. Объем работ увеличился в 7,5 раз.

Приведенные на рис.1 уравнения являются уравнениями парной линейной регрессии. Статистические оценки качества полученных уравнений приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Оценки качества моделей парной линейной регрессии

Показатель	Модель	p – значение		R ²	Значимость - F	DW
		a0	a1			
ОПФ, млрд. руб	240,05+79,49·t	0,00	0,00	0,94	0,00	1,08
Среднесписочная численность рабочих, чел.	4951,50 + 93,42·t	0,00	0,00	0,90	0,00	1,67
Выпуск продукции, млрд. руб.	1242,20 +551,51·t	0,00	0,00	0,95	0,00	0,73

Все модели имеют достаточно высокий коэффициент детерминации. Можно сказать, что со временем связаны 94% изменений ОПФ, 90% изменений среднесписочной численности рабочих и 95% изменений выпуска продукции. Во всех моделях оценки коэффициентов регрессии являются значимыми на 1% уровне. По критерию Фишера все модели значимы на 1% уровне. Критерий Дарбина-Уотсона использовался для проверки автокорреляции остатков [2]. На 5% уровне значимости в моделях временной динамики ОПФ и выпуска продукции выявлена положительная автокорреляция остатков. В модели среднесписочной рабочих автокорреляция отсутствует. Для выявления периода колебаний был выполнен лаговый анализ для каждой из трех переменных. Максимальный лаг был принят равным 6. Все частные коэффициенты корреляции были статистически значимы на уровне 5%. Максимальный частный коэффициент корреляции – первый,

следовательно, ряд имеет тренд, остальные коэффициенты убывают, что может говорить об отсутствии цикличности в рассматриваемых временных рядах.

Построение модели производственной функции выполнялись в двух вариантах:

С учетом прогресса:

$$Y = A \cdot K^{\alpha_1} \cdot L^{\alpha_2}, \quad (1)$$

С нейтральным коэффициентом технического прогресса:

$$Y = K^{\alpha_1} \cdot L^{\alpha_2}, \quad (2)$$

где Y – объем работ, выполненный по виду экономической деятельности «Строительство», млрд. руб.; A – коэффициент технического прогресса, K – основные производственные фонды по остаточной балансовой стоимости на конец отчетного года, млрд. руб.; L – среднегодовая численность занятых по виду экономической деятельности «Строительство», чел.; α_1 и α_2 – коэффициенты эластичности.

Модель с учетом коэффициента технического прогресса имела неудовлетворительные статистические оценки, поэтому в дальнейшем не рассматривалась. Для окончательного рассмотрения была принята модель с коэффициентами, статистическая значимость которых не превышала 5% уровень значимости. Производственная функция, построенная для строительной отрасли по данным 2005-2022 гг. имела вид:

$$Y = K^{1,04} \cdot L^{0,18} \quad (3)$$

Статистические оценки модели следующие: коэффициент детерминации $R^2 = 0,96$ означает высокую степень влияния факторов на изменение выпуска продукции; коэффициенты эластичности статистически значимы на 1% уровне значимости; модель адекватна по критерию Фишера. Для проверки гетероскедастичности остатков использованы тест Уайта и Бреуша-Пагана, нулевая гипотеза H_0 об отсутствии была принята на основании полученных p -значений 0,68 и 0,76 соответственно. Мультиколлинеарность между факторами «Капитал» и «Труд» была

подтверждена анализом корреляционной матрицы и методом инфляционных факторов. В данном случае это явление является неизбежным. Соответствие распределения остатков нормальному было проверено тестами Дурника-Хансена, Шапиро-Уилка, Лиллифорса и Жарка-Бера. Нулевая гипотеза H_0 : распределение соответствует нормальному, принята на 5% уровне значимости во всех случаях.

Факторное поле и производственная функция приведены на рисунке 2.



Рисунок 2. Факторное поле и функция Кобба-Дугласа

Коэффициент эластичности выпуска по основным фондам α_1 равен 1,04. Он показывает, что при увеличении ОПФ на 1% выпуск возрастет на 1,04%. Коэффициент эластичности выпуска по труду α_2 равен 0,18, что указывает на рост выпуска на 0,18% при увеличении численности на 1%. Сумма коэффициентов α_1 и α_2 является важным экономическим показателем, который называется отдачей от масштаба [3]. Величина $\alpha_1 + \alpha_2 = 1,22$, то есть больше 1, следовательно, в строительной отрасли имеет место возрастающая отдача от масштаба (увеличение объема выпуска по виду экономической деятельности «Строительство» больше увеличения затрат ресурсов капитала и труда).

В работе [5] аналогичная производственная функция была построена для строительной отрасли Алтайского края по данным 2008-2018 гг., в которой в качестве зависимой переменной была принята валовая добавленная стоимость (коэффициенты α и β составляли соответственно 0,52 и 0,42).

Для краткосрочного прогноза (1 год) по линейным моделям были получены значения ОПФ 1750,36 млрд. руб. и среднесписочной численности рабочих 6726,48 чел., которые были подставлены в уравнение производственной функции (3). В результате получена прогнозная величина выпуска продукции по виду экономической деятельности «Строительство» в объеме 11530,66 млрд. руб. По сравнению с оперативными статистическими данными на 2023 год расхождение между прогнозной и фактической точкой составляют 24%.

Выводы. На основании выполненных расчетов выявлено, что все анализируемые показатели на протяжении 18 лет имели тренды к росту: стоимость основных производственных фондов – в 5,3 раза, численность рабочих, занятых в строительстве, – 1,3 раза, объем работ – в 7,5 раз. Это свидетельствует о развитии отрасли «Строительство». Анализ коэффициентов моделей показывает, что основные производственные фонды растут со средней скоростью 79,49 млрд. рублей в год, а численность рабочих в среднем увеличивается со скоростью 93 человека в год.

Анализ коэффициентов эластичности в функции Кобба-Дугласа с нейтральным коэффициентом технического прогресса выявил, что при увеличении на 1% стоимости основных производственных фондов выпуск продукции увеличится на 1,04%, а при увеличении численности рабочих – выпуск увеличится на 0,18%. В строительной отрасли имеет место возрастающая отдача от масштаба, при которой увеличение объема выпуска превышает рост затрат ресурсов капитала и труда.

Таким образом, строительство – это один из важнейших стимулов экономического роста и социального развития. По этой причине важна роль государства в отрасли и поддержка этой сферы.

Библиографический список:

1. Белоглазова М.С. Анализ и проблемы строительной отрасли // Молодой ученый. 2018. №4. С. 104-107.
2. Демидова, О. А. Эконометрика: учебник и практикум для вузов / О. А. Демидова, Д. И. Малахов. М.: Изд-во Юрайт, 2024. – 334 с.
3. Кирилук И.Л. Модели производственных функций для российской экономики // Компьютерные исследования и моделирование. 2013, т. 5, № 2, С. 293-312.
4. Колесников А. В. Экономика строительства, кризис отрасли и пути выхода // Научные труды Вольного экономического общества России. 2018. №5. С. 274-286.
5. Кузьмин П.И., Карапетян С.Г., Зиновьев А.Г., Исаева О.В. Анализ изменения валовой добавленной стоимости отрасли «Строительство» Алтайского края с помощью эконометрических моделей // Евразийское Научное Объединение. 2021. № 4-3 (74). С. 220-222.
6. Кушиев Р. Г. Эффективность использования основных фондов и их влияние на развитие строительного производства // РППЭ. 2013. №1 (35). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-osnovnyh-fondov-i-ih-vliyanie-na-razvitie-stroitel'nogo-proizvodstva/viewer> (дата обращения: 05.04.24)
7. Нидзий Е. Н. Проблемы и перспективы развития строительной отрасли России в условиях экономического кризиса // Вестник МГСУ. 2016. №5. С. 119-129.
8. Статистика : учебник для вузов / И. И. Елисеева [и др.] ; отв. редактор И. И. Елисеева. — 6-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во Юрайт, 2024. 619 с.
9. Строительство в России. 2022: Стат. сб. / Росстат. - М., С863 2022. – 148 с.

10. Тимофеев М.И., Решетов К.Ю., Комаров В.Ю., Жеребцов В.И. Обзор строительного рынка России за 2017-2018 гг.: оценка ситуации, проблем и тенденций // Вестник НИБ. 2019. №36. С. 106-121.
11. Шаныгин, С.И. Корреляционный и регрессионный анализ : учебник для вузов / С. И. Шаныгин ; отв. редактор В. В. Ковалев. М.: Изд-во Юрайт, 2024. – 70 с.
12. Эконометрика: учебник для вузов / И. И. Елисеева [и др.]; под ред. И. И. Елисеевой. М.: Изд-во Юрайт, 2024. – 449 с.

Оригинальность 90%