

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ СУБЪЕКТОВ МАЛОГО И СРЕДНЕГО СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РАМКАХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СЕТЕЙ

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS OF DEVELOPMENT OF SMALL AND MEDIUM CONSTRUCTION ENTERPRISE WITHIN ENTERPRISE NETWORKS

S. Petrov

Summary. This article discusses mathematical modeling that can significantly increase the effectiveness and competitiveness of small and medium-sized construction businesses within business networks, and their value for potential clients. The unification of small and medium-sized construction enterprises (hereinafter referred to as SMEs) into entrepreneurial networks (hereinafter referred to as PS MSSPs) creates a favorable environment for the development of healthy competition, and most importantly, stimulates the introduction of modern technologies, which can significantly reduce the innovation and technological gap relative to the world's best practitioners, improve the administrative environment, strive for accessibility and reliability of financing for SMEs, develop infrastructure, and the service component. With the help of mathematical modeling and forecasting, it is possible to provide the necessary path for the development of the functioning of construction enterprises of small and medium-sized businesses in the Russian Federation and the Samara region.

Keywords: mathematical models, entrepreneurial activity, entrepreneurial network, small and medium-sized construction businesses, volume of work performed in construction.

Петров Сергей Михайлович

Научно-технический центр «Организация работ
в строительстве», Академия строительства
и архитектуры ФГБОУ ВО «Самарский государственный
технический университет»
pesm@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрено математическое моделирование, позволяющие существенно повысить результативность и конкурентоспособность субъектов малого и среднего строительного предпринимательства в рамках предпринимательских сетей, их ценность для потенциальных клиентов. Объединение малых и средних строительных предприятий (далее — МССП) в предпринимательские сети (далее — ПС МССП) создает благоприятную среду для развития здоровой конкуренции, а самое главное, стимулирует внедрение современных технологий, что позволяет существенно сократить инновационный и технологический разрыв относительно лучших мировых практик, совершенствовать административную среду, стремится к доступности и надежности финансирования МССП, развивать инфраструктуру, сервисную составляющую. С помощью математического моделирования и прогнозирования можно обеспечить необходимый путь развития функционирования строительных предприятий малого и среднего бизнеса в Российской Федерации и Самарской области.

Ключевые слова: математические модели, предпринимательская деятельность, предпринимательская сеть, субъекты малого и среднего строительного предпринимательства, объем выполненных работ в строительстве.

Введение

Несмотря на сложные экономические условия, субъекты малого и среднего строительного предпринимательства (далее — МССП) оцениваются положительной динамикой своего развития. Например, доля МССП и выполняемых ими подрядных работ в среднем составляют 22 %. Социальная значимость МСП в строительстве подчеркивается тем фактом, что на его долю приходится 24 % рабочих мест. Кроме того, деятельность МССП способствует решению таких важнейших социальных проблем, как строительство жилья для населения, предоставление бытовых и коммунальных услуг, производство ремонтно-строительных работ и др.

Сегодня в Самарской области малый и средний бизнес в строительстве составляет 56,0 % от общего количества строительных предприятий, что также подтверждает значимость этой части бизнеса в общем региональном объеме строительных работ. Также предприятия малого и среднего строительного бизнеса выполняют важную функцию в развитии экономики, инвестируя средства в наукоемкие высокотехнологичные направления производства.

Одной из причин невозможности формирования условий для повышения эффективности функционирования инвестиционно-строительной сферы является то, что в строительных организациях основного вида деятельности фонды, например, в 2015 г. были уже из-

ношены на 55,9 % (в отдельных строительных организациях — на 70,0–80,0 %), а машины и оборудование — на 41,9 %. Вместе с тем коэффициент обновления основных фондов составляет всего 7,8 % при коэффициенте ликвидации 0,5 %.

Деятельность СМССП не может осуществляться без их членства в саморегулируемых организациях (далее по тексту — СРО). В настоящее время более 90 % членов СРО составляют именно компании малого и среднего строительного бизнеса.

Решение этих проблем, которые имеют общий характер и затрагивают в целом интересы строительного сектора (государственная политика в отношении МСБ, налоговая, таможенная политика, ресурсное обеспечение и т.д.), требует совместных усилий, выработки позиции в целом всей этой группы собственников. Другими словами, необходимы эффективная координация и взаимное согласование деятельности представителей СМССП, за счет их вовлечения в совместную деятельность в рамках ПС.

Создание данной интеграционной структуры позволило бы СМССП занять свое место в экономике субъекта, защищать и укреплять эту позицию в своих отношениях с государством, крупным бизнесом, политическими и общественными организациями, т.е. четко «вписаться» в экономическую, социальную и общественную систему субъекта.

Сегодня СМССП крайне необходимы свои территориальные объединения в субъектах Российской Федерации именно на основе кластерного подхода в соответствии с их административно-территориальным делением.

Теория

Моделирование дает возможность проводить эксперименты, анализировать конечные результаты не на реальной системе, а на ее абстрактной модели и упрощенном представлении на ЭВМ.

Для описания сущности эконометрической математической модели удобно разбить весь процесс моделирования на шесть основных этапов:

1-й этап (постановочный) — определение конечных целей моделирования, набора участвующих в модели факторов и показателей, их роли;

2-й этап (априорный) — предмодельный анализ экономической сущности изучаемого явления, формирование и формализация априорной информации, в частности, относящейся к природе и генезису исходных

статистических данных и случайных остаточных составляющих;

3-й этап (параметризация) — собственно моделирование, т.е. выбор общего вида модели, в том числе состава и формы входящих в нее связей;

4-й этап (информационный) — сбор необходимой статистической информации, т.е. регистрация значений участвующих в модели факторов и показателей на различных временных или пространственных тактах функционирования изучаемого явления;

5-й этап (идентификация модели) — статистический анализ модели и в первую очередь статистическое оценивание неизвестных параметров модели;

6-й этап (верификация модели) — сопоставление реальных и модельных данных, проверка адекватности модели, оценка точности модельных данных.

Математическую модель будем рассматривать в виде «черного ящика», когда исследуются лишь входные и выходные характеристики, а не внутренняя структура объекта. Для анализа взаимодействия в строительной отрасли целесообразно использовать модели в виде производственных функций Кобба-Дугласа (ПФ КД) вида.

$$Y = AK^\alpha L^\beta, \quad (1)$$

$$\alpha + \beta \neq 1, 0 < A < \infty, 0 < K < \infty, 0 < L < \infty,$$

где Y — объём производства, K — капитал и L — затраты труда, где A — технологический масштабный коэффициент, α — коэффициент эластичности использования капитала, а β — коэффициент эластичности затрат труда.

Идентификация коэффициентов A , α , β , γ моделей обычно производится методом наименьших квадратов (МНК) после их логарифмирования, линеаризующего исходный вид ПФ (1) и логарифмирования исходных данных.

Верификация регрессионных моделей проводится с использованием теории многомерного регрессионного анализа и общее объяснительное свойство уравнения линейной регрессии оценивается коэффициентом детерминации R^2 , являющимся квадратом коэффициента множественной корреляции рассчитывается по формуле:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2}{\sum_{t=1}^T (y_t - y_{cp})^2}, \quad (2)$$

где y_{cp} — среднее значение выходной переменной, величина ошибок $\varepsilon_t = y_t - y_{cp}$ определяется как разница между действительным y_t и расчетным y_{cp} значением выходной переменной.

Коэффициент детерминации R^2 характеризует долю разброса (дисперсии) выходной переменной, объясненной с помощью регрессионной модели в общем разбросе (дисперсии). Если в (2) числитель и знаменатель вычитаемой из единицы дроби разделить на число наблюдений n , то получим выборочные оценки остаточной дисперсии и дисперсии зависимой переменной y . Коэффициент R^2 меняется от 0 до 1, и если существует статистически значимая линейная связь между величинами x и y , то коэффициент R^2 близок к единице и соответственно меньше разница между исходными (действительными) и теоретическими (модельными) значениями.

Данные и методы

Функционирование СМССП будет рассматриваться на примере ввода в действие зданий жилого и нежилого назначения для Самарской области.

На первом этапе проведем построение математической модели ввода в действие зданий жилого и нежилого назначения в Российской Федерации.

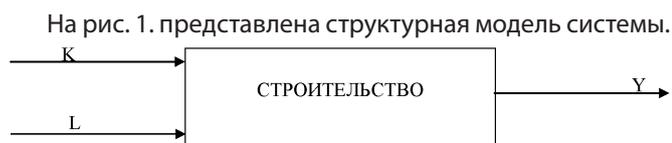


Рис.1. Структурная модель системы

Моделируемый объект рассматривается как единое целое, без учёта его структуры, формы и способов организации производственных отношений.

Методологической и теоретической основой исследования являются:

- метод комплексного анализа, который дал возможность охватить широкий ряд вопросов, проблем и решений в области формирования, организации и деятельности предприятий малого и среднего бизнеса в рамках предпринимательских сетей;
- концепция рационального поведения рыночных субъектов, принципы которой позволили выполнить анализ и оценку влияния информационных технологий на повышение результатов профессиональной деятельности предприятий малого и среднего бизнеса, функционирующих в рамках предпринимательских сетей и их конкурентоспособности на строительном рынке.

Результат

В качестве наиболее подходящего для решения поставленной задачи метода, была выбрана математическая модель в степенном виде:

$$Y = A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta, \tag{3}$$

где K — объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство» (млрд. руб.) с 2010 по 2023 год; L — среднегодовая численность занятых в строительстве (тыс. чел.); Y — ввод в действие зданий жилого и нежилого назначения (тыс.); α, β — функции эластичности; A — масштабный коэффициент.

В табл. 1 представлены исходные данные для моделирования, представленные Федеральной службой государственной статистики.

Таблица 1.

Исходные данные

Год	Показатели			Год	Показатели		
	K	L	Y		K	L	Y
2010	4454,2	5473,6	216,5	2017	7579,8	6318,9	272,6
2011	5140,3	5641,9	227,2	2018	8470,6	6390,8	261,1
2012	5714,1	5711,9	241,4	2019	9132,2	6416,3	305,5
2013	6019,5	5664,1	258,1	2020	9686,3	6157	326,7
2014	6125,2	5651,9	304,2	2021	11047,9	6496,3	403,1
2015	7010,4	5892,8	306,4	2022	13149,4	6505,6	434,1
2016	7213,5	6383,5	278,3	2023	15092,3	6861,2	465,5

Построим математическую модель ввода в действие зданий жилого и нежилого назначения в Российской Федерации Y за 2010–2023 годы. Параметры модели (3.3) идентифицируются методом наименьших квадратов, на основе минимизации отклонения от точек исходного временного ряда. Для математической модели получены следующие значения параметров: $\ln(A) = 13,032$, $\alpha = 0,943$, $\beta = 1,81$.

В табл. 2 представлено сравнение исходных и модельных данных ввода в действие зданий жилого и нежилого назначения с 2010 по 2023 год.

Таблица 2.

Исходные и модельные данные

Год	Исходные данные	Модельные данные	Год	Исходные данные	Модельные данные
2010	216,5	214,8	2017	272,6	273,3
2011	227,2	232,7	2018	261,1	297,3
2012	241,4	251,4	2019	305,5	316,9
2013	258,1	268,1	2020	326,7	360,9
2014	304,2	273,6	2021	403,1	370,7
2015	306,4	288,1	2022	434,1	435,7
2016	278,3	256,1	2023	465,5	450,6

По табл. 2 видна хорошая сходимость исходных и модельных данных. Коэффициент детерминации R^2 для

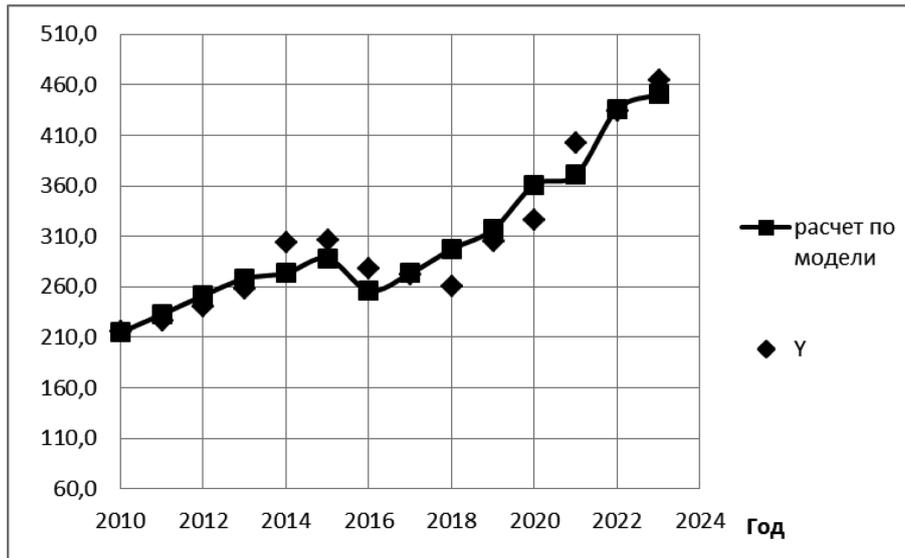


Рис. 2. Математическая модель Y

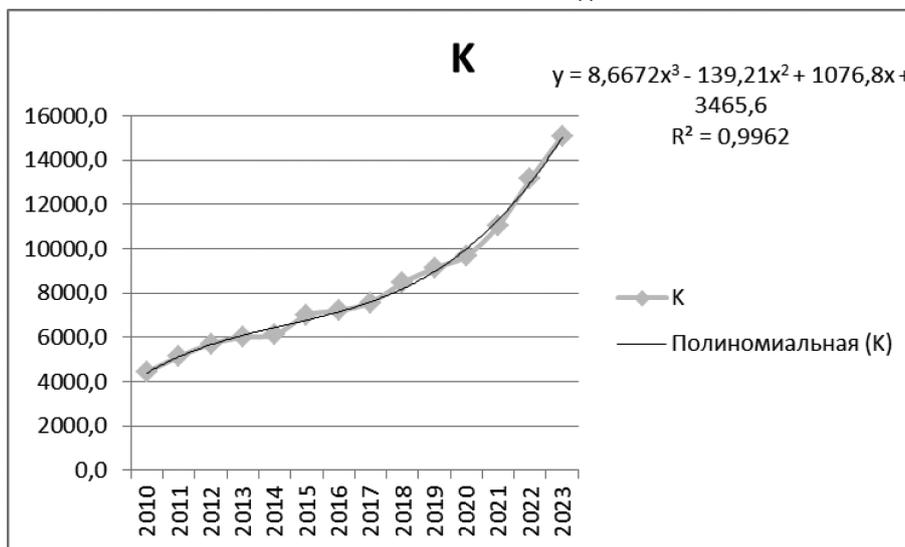


Рис. 3. Прогноз K

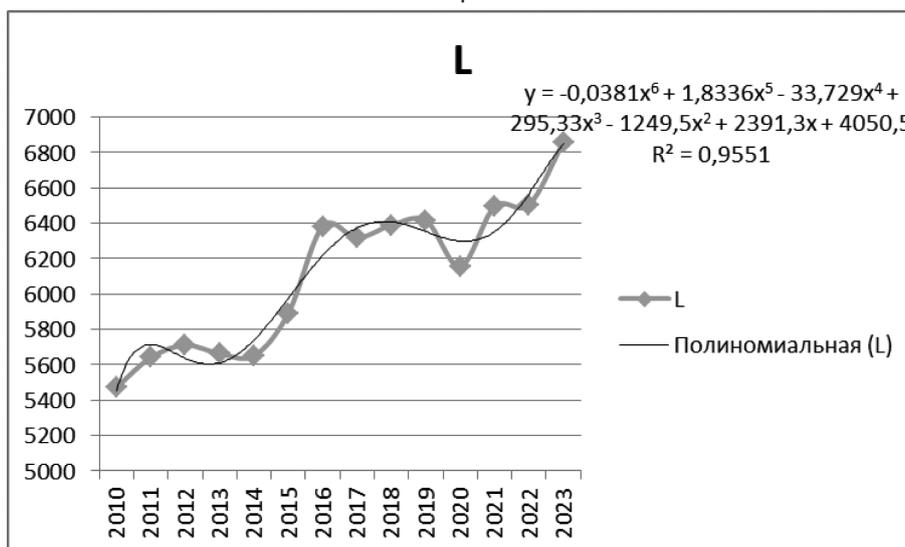


Рис. 4. Прогноз L

математической модели равен 0,958. По полученной математической модели можно сделать вывод, что на ввод в действие зданий жилого и нежилого назначения в Российской Федерации Y в наибольшей степени влияет объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство».

По построенной математической модели ввода в действие зданий жилого и нежилого назначения Y вида (2) за 2010–2023 год построим прогноз на 5 года до 2028 года. Осуществим прогноз входных параметров математических моделей, определив горизонт прогнозирования на 5 лет. На рис. 3–4 представлен прогноз объема работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство» и среднегодовой численности занятых в строительстве.

Прогноз объема работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство» K получен с помощью полиномиальной линии тренда 3 порядка в Excel, а прогноз среднегодовой численности занятых в строи-

тельстве L получен с помощью полиномиальной линии тренда 6 порядка в Excel.

Проведенное исследование показывает, что по построенной математической модели ввода в действие зданий жилого и нежилого назначения, количество строящихся зданий и сооружений к 2028 составит около 560 тыс. в год.

Заключение

В статье рассмотрено математическое моделирование современного состояния развития малого и среднего бизнеса в строительстве на примере ввода в действие зданий жилого и нежилого назначения.

С помощью математического моделирования и прогнозирования можно обеспечить необходимый путь развития функционирования строительных предприятий малого и среднего бизнеса в Российской Федерации и Самарской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асаул А.Н., Скуматов Е.Г., Локтева Г.Е. Методологические аспекты формирования и развития предпринимательских сетей / под ред. д. э. н., проф. А.Н. Асаула. СПб., 2004.
2. Богданова, А.А., Деменкова А.О., Киселев А.В. Информационные технологии для малого и среднего бизнеса // А.А. Богданова, А.О. Деменкова, А.В. Киселев / В сборнике: Информационные системы и технологии материалы докладов II международной научно-технической заочной конференции «ИСТ-2016». Юго-Западный государственный университет. — 2016. — С. 44–47.
3. Вахромов Е.Н., А.П. Ковбас. Предпринимательская сеть как объективный результат эволюции форм предпринимательской деятельности // Вестник АГТУ. — 2006. — № 4. — С. 141–147.
4. Зверев, В.В. Информационная инфраструктура предпринимательства: теория и практика развития: моногр. // В.В. Зверев, И.В. Ганжа / Волгоград: Волгоград. науч. изд-во, 2009. — 200 с.
5. Одинцов, Б.Е. Информационные ресурсы и технологии в экономике: учебное пособие // Б.Е. Одинцов, А.Н. Романов / — М.: Инфра-М, 2013. — 480 с.
6. Петров С.М. Кластерная организация как инновационный подход к малому и среднему строительному бизнесу // С.М. Петров, Л.В. Иваненко / Вестник Поволжского государственного университета сервиса: Серия Экономика. — Тольятти: Поволжский государственный университет сервиса, 2014. — № 4 (36). — С. 97–102.
7. Пиньковецкая, Ю.С. Производственная функция для решения задач управления малым бизнесом в регионах Российской Федерации / Юлия Семеновна; Ю.С. Пиньковецкая // Вестник Московского университета. Сер. 21, Управление (государство и общество). — 2010. — № 1. — С. 79–88.
8. Информационный портал «Ресурсный центр малого предпринимательства: Малое предпринимательство России» [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.rcsme.ru/>
9. Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. Предпринимательство. Строительство. <https://rosstat.gov.ru/folder/14458>

© Петров Сергей Михайлович (pesm@mail.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»