

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В СУБЪЕКТАХ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА НА ПРИМЕРЕ МЯСНОГО ПРОИЗВОДСТВА В НЕРЧИНСКОМ РАЙОНЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

FORECASTING THE NEED FOR SMALL BUSINESSES ON THE EXAMPLE OF MEAT PRODUCTION IN THE NERCHINSK REGION OF THE TRANS-BAIKAL TERRITORY

**E. Mikhaylova
L. Trukhina**

Summary. The article describes the method of forecasting the needs of the economy of the TRANS-Baikal territory in small businesses in the field of meat production. Forecasts are obtained using two approaches. The first approach is based on the use of only statistical information, the second—on the simultaneous accounting of statistical and expert information. The main stages of forecasting and mathematical apparatus are described. As a result of the analysis, the forecast values of meat production for 2019 were obtained.

Keywords: multivariate forecasting, economic and mathematical model, multiple regression model, expert estimates.

Михайлова Елена Александровна

*К.т.н., доцент, Читинский институт ФГБОУ ВО
«Байкальский государственный университет»
lmaa@mail.ru*

Трухина Людмила Ивановна

*К.ф.-м.н., доцент, Читинский институт ФГБОУ ВО
«Байкальский государственный университет»
litrukhdina@gmail.com*

Аннотация. В статье описана методика прогнозирования потребности экономики Забайкальского края в субъектах малого предпринимательства в сфере мясного производства. Прогнозы получены с помощью двух подходов. Первый подход основан на применении только статистической информации, второй — на одновременном учете статистической и экспертной информации. Описаны основные этапы прогнозирования и математический аппарат. В результате проведенного анализа получены прогнозные значения объемов производства мяса на 2019 год.

Ключевые слова: многофакторное прогнозирование, экономико-математическая модель, модель множественной регрессии, экспертные оценки.

Введение

Малое предпринимательство играет существенную роль в экономике развитых стран. Малый бизнес ввиду своей массовости во многом определяет условия социально-экономического развития страны, способствуя улучшению рыночных механизмов и конкуренции, наполнению рынка высококачественными товарами, формированию среднего класса, росту занятости населения. На малых предприятиях занято более половины трудоспособного населения и производится большая часть валового внутреннего продукта. Кроме того, малый бизнес более адаптивен к внешней среде по сравнению с крупным [7].

Забайкальский край обладает потенциалом для развития предпринимательства в различных отраслях. Производство и переработка сельскохозяйственной продукции — одно из направлений, пригодных для развития малого предпринимательства. На сегодняшний день это один из важнейших приоритетов развития экономики Забайкальского края, который нашёл отражение в Стратегии развития Забайкальского края до 2030 г. [1] и других документах.

Целью данной работы является исследование потребности в субъектах малого предпринимательства в Забайкальском крае на примере мясного производства в Нерчинском районе.

При изучении экономической деятельности практически невозможно обойтись без прогнозирования. Построение прогноза может быть как конечной целью, так и является вспомогательным инструментом огромного числа самых разнообразных исследований [3, 9, 10, 12].

В современной литературе представлено большое многообразие методов прогнозирования [2, 5, 11]. Среди классических методов широко распространены регрессионные модели. Они же являются наиболее разработанными среди всей совокупности методов прогнозирования. Перечень программных средств для их реализации на ЭВМ постоянно пополняется, что существенно облегчает построение прогнозов.

Регрессионный анализ позволяет описывать зависимости между переменными и предсказывать значения зависимой переменной по значениям независимых переменных (факторов).

Таблица 1. Значения парных коэффициентов корреляции

	ПрМяса	ПогКРС	ПогСвин	ПогОвецКоз	ПогПтиц	ЧисНас	ЗП	СХУгодья
ПрМяса	1,00	0,92	0,26	-0,70	-0,42	-0,95	0,98	0,87
ПогКРС	0,92	1,00	0,22	-0,79	-0,42	-0,90	0,95	0,97
ПогСвин	0,26	0,22	1,00	-0,24	0,19	-0,18	0,21	0,18
ПогОвецКоз	-0,70	-0,79	-0,24	1,00	0,28	0,72	-0,79	-0,85
ПогПтиц	-0,42	-0,42	0,19	0,28	1,00	0,49	-0,52	-0,46
ЧисНас	-0,95	-0,90	-0,18	0,72	0,49	1,00	-0,97	-0,87
ЗП	0,98	0,95	0,21	-0,79	-0,52	-0,97	1,00	0,93
СХУгодья	0,87	0,97	0,18	-0,85	-0,46	-0,87	0,93	1,00

В работе предлагается использовать для прогнозирования результирующего показателя многофакторную регрессионную модель. Для каждого фактора также разрабатываются прогнозные модели на основе временных рядов с применением двух типов информации — статистической и экспертной. Это даёт возможность использовать два подхода к прогнозированию:

1. на основе только статистических данных (используется только «предыстория» рассматриваемого показателя);
2. одновременное использование статистической и экспертной информации (кроме предыстории используется информация, полученная от специалистов-экспертов в рассматриваемой области).

Прогнозные значения факторов, полученные по данным моделям, можно использовать в многофакторной модели.

Построение модели

В рамках исследования потребности в субъектах малого предпринимательства в Забайкальском крае по имеющимся данным статистической отчётности по региону за 2004–2018 годы была собрана необходимая информация и проведён корреляционно-регрессионный анализ.

Он включал следующие этапы:

1. Первоначальный отбор наиболее существенных факторов

Данный этап основывается на качественном теоретическом анализе и сочетается с использованием статистических приемов. Как правило, отбор факторов проходит в две стадии. На первой стадии намечают перечень факторов, теоретически существенно влияющих на признак-результат. На второй стадии качественный анализ дополняют количественными оценками, которые позволяют отобрать статистически существенные факторы для рассматриваемых конкретных условий реализации связи [6, 8].

Объем производства мяса зависит от множества факторов, которые необходимо проанализировать с точки зрения их статистической значимости.

В качестве факторов, влияющих на объем производства мяса, первоначально были выбраны:

- ◆ поголовье КРС, тыс. голов,
- ◆ поголовье свиней, тыс. голов,
- ◆ поголовье овец и коз, тыс. голов,
- ◆ поголовье птиц, тыс. голов,
- ◆ как основные источники сырья;
- ◆ численность населения, тыс. чел. (в данном случае за целевую аудиторию принимается все население);
- ◆ среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике, руб. (как основа платежеспособного спроса населения);
- ◆ площадь сельскохозяйственных угодий (без учета пашен), тыс. га (возможность выпаса скота, заготовки кормов).

Проведение корреляционного анализа позволяет выявить характер и взаимосвязи между результирующим показателем и влияющими факторами, а также между самими влияющими факторами. Итогом данного этапа является окончательный отбор факторов, включаемых в модель, и исключение мультиколлинеарных связей.

В таблице 1 представлена матрица выборочных значений парных коэффициентов корреляции, построенная с помощью пакета MS EXCEL.

Как видно из данных таблицы, на показатель Производство мяса такие факторы, как Поголовье свиней и Поголовье птиц оказывают несущественное влияние, а некоторые факторы коррелируют между собой (значения парных коэффициентов корреляции для них в таблице 1 выделены жирным шрифтом). Привлекая мнение экспертов, факторы Поголовье свиней, Поголовье птиц и Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике были исключены из анализа.

Таблица 2. Значения оценок коэффициентов модели

	Значения параметров	Стандартные ошибки параметров	Фактические значения t-критерия	P-значение
b_0	6034,74	1871,931	3,22	0,007
ПогКРС	47,35	19,44924	2,43	0,031
ЧисНас	-180,28	56,18099	-3,21	0,007

2. Построение многофакторной регрессионной модели

При построении регрессионных моделей, прежде всего, решается вопрос о виде функциональной зависимости, характеризующей взаимосвязь между признаком-результатом и признаками-факторами. Выбор формы связи всегда основывается на качественном, теоретическом и логическом анализе сущности изучаемых явлений.

В настоящей работе для прогнозирования объема производства мяса используется модель множественной линейной регрессии:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_p \cdot x_p,$$

В результате построения регрессионной многофакторной модели зависимости объема производства мяса от указанных величин получили, что по t -критерию не все её показатели значимы (на уровне значимости 5%). После исключения из модели таких факторов как Поголовье овец и коз и Площадь сельскохозяйственных угодий, была построена новая модель.

Результаты оценивания неизвестных параметров модели, выполненные в пакете программ, приведены в таблице 2.

Модель с оцененными параметрами имеет следующий вид:

$$\text{ПрМяса} = 6034,74 + 47,35 \cdot \text{ПогКРС} - 180,28 \cdot \text{ЧислНас} \quad (1)$$

3. Оценка качества и проверка адекватности полученной многофакторной модели прогнозирования

Фактические значения t -критерия Стьюдента, рассчитанные для соответствующих коэффициентов регрессии (табл. 2), превышают критическое ($t_{\text{табл}} = 2,23$) с вероятностью 95%. Из чего можно сделать вывод, что полученные в ходе применения МНК параметры регрессионного уравнения статистически значимы.

Множественный коэффициент корреляции $R = 0,96$ показывает, что связь между исследуемыми признаками тесная. Полученное уравнение является статистически значимым: F -критерий Фишера $F = 81,54$ значительно превышает критическое значение при заданном уровне вероятности.

На завершающей стадии формирования регрессионного уравнения рассчитывается средняя ошибка аппроксимации. Качество модели считается удовлетворительным, если её величина не превышает 8–10%.

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_i \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100\%,$$

где y_i — фактическое значение результирующего признака;

\hat{y}_i — рассчитанные (теоретические) значения результирующего признака;

n — число наблюдений.

Рассчитав среднюю ошибку аппроксимации, получим $\bar{A} = 2,31\%$. Так как полученное значение существенно меньше 8%, можно сделать вывод о хорошем качестве построенной модели.

График наблюдаемых и предсказанных по модели (1) значений объемов производства мяса представлен на Рисунке 1.

Этот рисунок подтверждает вывод о большой точности прогноза, поскольку теоретическая (прогнозная) графическая линия объемов производства мяса в Нерчинском районе достаточно достоверно отображает фактическую линию и имеет только небольшие отклонения.

Модель множественной линейной регрессии (1) хорошо аппроксимирует статистические данные и может быть использована для дальнейшего прогнозирования.

4. Прогноз по полученной модели.

Модель (1) позволяет рассчитать объем производства мяса в Нерчинском районе, зависящий от числен-

Таблица 3. Прогноз факторов на 2019 год по статистической информации

№	Название модели	ПогКРС	ЧислНас
1	Линейная модель	19,74	26,95
2	Экспонента	19,99	26,91

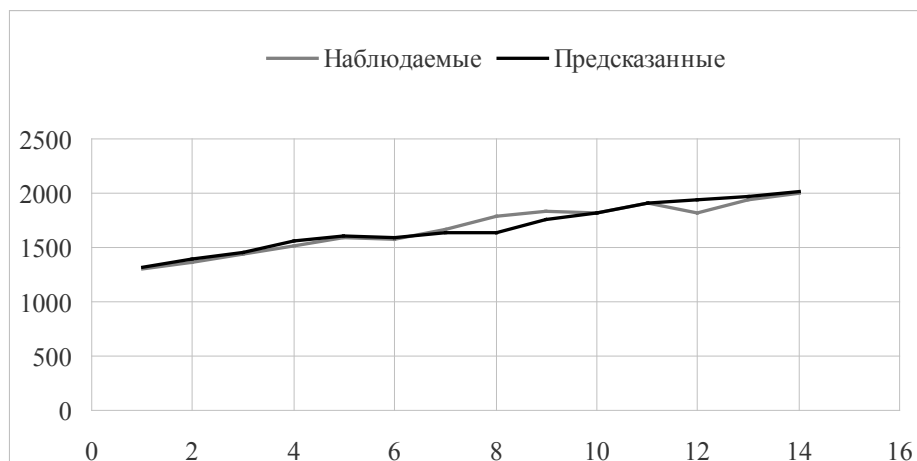


Рис. 1. График наблюдаемых и предсказанных по модели (1) значений объемов производства молока

ности населения и поголовья КРС, путём подстановки в уравнение прогнозных значений факторов.

Для прогнозирования факторов в работе предлагается аппроксимация временных рядов одним из шести типов функций, которые описывают основные и чаще всего встречающиеся тенденции изменения факторов:

- ◆ полиномиальная функция: $\psi(t) = a_0 + a_1t + a_2t^2 + \dots + a_{n-1}t^{n-1}$;
- ◆ экспонента: $\psi(t) = ab^t$;
- ◆ логарифмическая парабола $\psi(t) = ab^t c^{t^2}$.
- ◆ модифицированная экспонента: $\psi(t) = k + ab^t$;
- ◆ кривая Гомперца: $\psi(t) = ka^{b^t}$;
- ◆ логистическая кривая:

$$\psi(t) = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-kt}}$$

Использование разнообразных функций для аппроксимации временных рядов позволяет повысить качество прогнозирования. Получение качественных результатов прогнозирования позволит повысить эффективность мер, принимаемых для улучшения социально-экономического развития региона.

Прогнозирование значений факторов на основе статистической информации

При оценке параметров прогнозных моделей только по статистическим данным, применяется метод наи-

меньших квадратов, когда значения вектора параметров минимизируют функцию

$$S(\alpha) = \sum_{t=1}^m (y_t - (\alpha, \psi(t)))^2$$

Прогноз получается путем подстановки в полученное уравнение с численно оцененными параметрами значений независимой переменной t.

Для оценки прогнозных свойств моделей использован ретроспективный прогноз на 2018 год по данным с 2004 года по 2017 годы. В результате были выбраны две лучшие модели (по значению абсолютной ошибки прогноза): линейная модель тренда (прямая) и экспоненциальная модель тренда.

Прогнозные значения факторов на 2019 год по этим моделям приведены в таблице 3.

Линейная модель тренда (прямая):
 ПогКРС = $12,39 + 0,4596 \cdot t$; $R^2 = 0,9187$.
 ЧислНас = $29,512 - 0,1632 \cdot t$; $R^2 = 0,9454$.

Экспоненциальная модель тренда:
 ПогКРС = $12,695 \cdot e^{0,0284 \cdot t}$; $R^2 = 0,9202$.
 ЧислНас = $29,529 \cdot e^{-0,0058 \cdot t}$; $R^2 = 0,949$.

Подставим найденные значения факторных переменных в уравнение (1).

Таблица 4. Экспертные суждения на 2018 год

ПогКРС	ЧислНас
Значение показателя будет в интервале от 15 до 20 тыс. голов	Значение показателя будет в интервале от 25 до 30 тыс. человек

Таблица 5. Прогноз факторов на 2019 год по статистической и экспертной информации

Фактор	Тип прогнозной модели	Прогнозное значение
ПогКРС	Логистическая кривая	18,241
ЧислНас	Кривая Гомперца	25,013

$$\text{ПрМяса} = 6034,74 + 47,35 \cdot 19,74 - 180,28 \cdot 26,95 = 2111,13.$$

$$\text{ПрМяса} = 6034,74 + 47,35 \cdot 19,99 - 180,28 \cdot 26,91 = 2129,79.$$

Прогнозирование значений факторов на основе статистической и экспертной информации

Традиционные методы прогнозирования социально-экономических процессов и явлений, основанные на применении аппарата математической статистики, приводят к удовлетворительным результатам лишь в случае, когда тенденции развития моделируемого процесса не изменяются во времени и их можно продолжить на прогнозный период. Если же это условие не выполняется, как, например, в экономике страны в последние годы, надежность прогноза можно увеличить путем привлечения, кроме статистических данных, суждений экспертов (специалистов в предметной области) об ожидаемом поведении и диапазонах конкретных значений переменных изучаемого процесса на прогнозном периоде.

Если прогнозная модель линейная или может быть линеаризована, а экспертные суждения являются интервальными, для оценки параметров модели рекомендуется метод наименьших модулей (МНМ) [4]. В этом случае искомые значения параметров прогнозной модели минимизируют функцию

$$S(\alpha) = \sum_{i=1}^m |y_i - (\alpha, \psi(t))|$$

Здесь $\psi(t)$ — прогнозная функция с вектором параметров α ; y_i — экспериментальные значения показателя; m — число членов временного ряда.

Если же прогнозная модель нелинейная, то можно использовать либо МНМ, либо МНК, а саму оценку проводить методом Ньютона–Гаусса [13].

Для построения прогноза при одновременном учете статистической и экспертной информации была

приглашена группа экспертов, которые являются специалистами в данной предметной области. В результате их работы были сформулированы непротиворечивые высказывания, представленные в таблице 4. При этом необходимо подчеркнуть, что экспертные суждения были сформулированы до получения истинных результатов.

В результате экспериментов по статистической и экспертной информации также были выбраны две лучшие модели (по значению абсолютной ошибки прогноза): логистическая кривая для прогнозирования фактора ПогКРС и кривая Гомперца для прогнозирования фактора ЧислНас.

Прогнозные значения факторов по этим моделям приведены в таблице 5.

Логистическая кривая:

$$\text{ПогКРС} = \frac{-324183065,768}{1 + 4,426e^{0,95t}}$$

Кривая Гомперца:

$$\text{ЧислНас} = 1,2 \cdot 1,1^{1,241t}$$

Тогда, подставляя значения факторных переменных в модель многофакторной регрессии (1), получим:

$$\text{ПрМяса} = 6034,74 + 47,35 \cdot 18,241 - 180,28 \cdot 25,013 = 2389,11.$$

На основании полученных результатов можно утверждать, что увеличение объемов производства мяса имеет устойчивую тенденцию. Согласно прогнозу в 2019 году объём производства мяса может увеличиться не менее чем на 1% к уровню 2018 г. (объём производства мяса в 2018 году в Нерчинском районе составил 2074 тонн) по первому варианту прогноза и на 1,15% по второму.

Оба варианта прогноза указывают на увеличение показателя Производство мяса. Из этого следует вывод, что

Нерчинский район нуждается в открытии новых предприятий по переработке мяса.

Выводы

Особенности малого предпринимательства обосновывают необходимость его масштабного изучения и формирования перечня мер поддержки. Однако осуществляемые в условиях российской экономики мероприятия по поддержке не оказывают существенного эффекта, что приводит к целесообразности использования ряда методов, которые помогут более качественно проанализировать и оценить состояние и потенциал развития малого предпринимательства для конкретных территорий. Один из таких методов — это экономико-математическое моде-

лирование. Для проведения исследования была выбрана модель многофакторной линейной регрессии, которая учитывает множество разнонаправленных факторов, влияющих на производство в выбранных сферах деятельности.

Полученные в результате формирования многофакторных линейных регрессий результаты подтверждают качество модели, которая в дальнейшем может использоваться для прогнозирования необходимого числа субъектов малого предпринимательства в конкретных отраслях в целях более полного удовлетворения потребностей населения в продукции собственного производства, что в свою очередь будет способствовать увеличению объемов производства продукции АПК и в целом экономическому росту территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление правительства забайкальского края от 26 декабря 2013 года N586 Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Забайкальского края на период до 2030 года.
2. Бережная Е. В. Математические методы моделирования экономических систем / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. — М.: Финансы и статистика, 2003. — 368 с.
3. Болданова Е. В. Прогнозирование финансового состояния нефтедобывающих предприятий / Е. В. Болданова // Государственный советник. — 2019. — № 1 (25). — С. 5–9.
4. Головченко В. Б. Прогнозирование с использованием разнородной информации / В. Б. Головченко. — Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2005. — 71 с.
5. Дуброва Т. А. Статистические методы прогнозирования / Т. А. Дуброва. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 206 с.
6. Елисеева И. И. Эконометрика / И. И. Елисеева. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 344 с.
7. Кондрацкая Т. А. Адаптация и эффективность малого бизнеса: сравнительная оценка / Т. А. Кондрацкая // Азимут научных исследований: экономика и управление. — 2019. — Т. 8. — № 1 (26). — С. 180–184.
8. Кремер Н. Ш. Эконометрика: учебник для вузов / Н. Ш. Кремер. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 311 с.
9. Крикун Е. С. Проблемы прогнозирования несостоятельности предприятий в условиях государственно-частного партнерства / Крикун Е. С. // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2012. — № 4. — С. 20–28.
10. Сорокина П. Г. Моделирование налоговой базы по налогу на имущество организаций и прогнозирование поступлений на примере иркутской области / П. Г. Сорокина, О. В. Леонова, Л. Ю. Волченко // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. — т. 17. — № 2 — С. 310–328.
11. Тихомиров, Н. П. Методы социально-экономического прогнозирования [Электронный ресурс] / Н. П. Тихомиров, Е. Ф. Сабуров, М. А. Сидоров. — М.: Изд-во МГОУ, 2005. — URL: <http://www.knigafund.ru> (дата обращения 18.06.2019).
12. Шуплецов А. Ф. Прогнозирование потребности промышленности Иркутской области в квалифицированных рабочих кадрах / А. Ф. Шуплецов, М. С. Муравьева // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2012. — № 4. — С. 50–57.
13. Johnston J. *Econometric Methods* / J. Johnston, J. DiNardo. — McGraw-Hill Inc. — 1997.

© Михайлова Елена Александровна (lmaaa@mail.ru), Трухина Людмила Ивановна (litrukchina@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»