

УДК 311.313

5.2.2 – Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (экономические науки)

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФУНКЦИЯ В АНАЛИТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Осенний Виталий Витальевич

к.э.н., доцент

РИНЦ SPIN-код: 9197-7872

ovv85@bk.ru

*Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия*

Затонская Ирина Викторовна

старший преподаватель

РИНЦ SPIN-код: 7035-1306

iza660604@mail.ru

*Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия*

Денисов Артём Андреевич

обучающийся

deniso.artem2014@gmail.com

*Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия*

Важным условием стабильности в развитии региона является активная инвестиционная деятельность по привлечению финансово-материальных ресурсов и их эффективное использование в наиболее приоритетных отраслях экономики. Эффективность реализации стратегии развития региона зависит от исследования факторов экономического роста, что является важной составной частью регионального управления. Обоснована актуальность оценки приоритетных отраслей региональной экономики с использованием моделей производственных функций. Обозначены основные региональные проблемы социального-экономического развития Ярославской области. На основе данных государственной статистики за период 2000-2020 гг. проведено исследование долгосрочного социально-экономического развития региона с учетом факторов: стоимость основных фондов, среднегодовая численность занятых, валовой региональный продукт (ВРП). Рассмотрены инструменты, от которых зависит результат и показатели эффективности производственных процессов в стратегически важных отраслях

Ключевые слова: ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФУНКЦИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-191-042>

<http://ej.kubagro.ru/2023/07/pdf/42.pdf>

UDC 311.313

5.2.2 – Mathematical, statistical and instrumental methods in economics (economic sciences)

PRODUCTION FUNCTION IN ANALYTICAL MODELING OF REGIONAL DEVELOPMENT

Osenniy Vitaliy Vitalievich

Candidate of Economics, Associate Professor

RSCI SPIN-code: 9197-7872

ovv85@bk.ru

*Kuban state agrarian university named after
I.T.Trubilin, Krasnodar, Russia*

Zatonskaya Irina Viktorovna

Senior Lecturer

RSCI SPIN-code: 7035-1306

iza660604@mail.ru

*Kuban state agrarian university named after
I.T.Trubilin, Krasnodar, Russia*

Denisov Artyom Andreevich

student

deniso.artem2014@gmail.com

*Kuban state agrarian university named after
I.T.Trubilin, Krasnodar, Russia*

An important condition for stability in the development of the region is active investment activity to attract financial and material resources and their effective use in the highest priority sectors of the economy. The effectiveness of implementing a regional development strategy depends on the study of economic growth factors, which is an important part of regional management. The relevance of assessing priority sectors of the regional economy using production function models is substantiated. The main regional problems of social and economic development of the Yaroslavl region are identified. Based on state statistics for the period 2000-2020. A study was conducted of the long-term socio-economic development of the region, taking into account factors: the cost of fixed assets, the average annual number of employees, gross regional product (GRP). The article also considers tools on which the results and efficiency indicators of production processes in strategically important industries depend

Keywords: PRODUCTION FUNCTION, ECONOMIC ANALYSIS, MODELING OF THE REGIONAL ECONOMY

Введение

Регионы России сталкиваются с проблемой формирования приоритетов в развитии видов деятельности, которые влияют на структуру валового регионального продукта, могут обеспечить устойчивое социально-экономическое развитие и рост экономики на длительную перспективу. Формирование оптимального сочетания приоритетных видов деятельности должно проходить поэтапно и включать доминирующие в регионе отрасли, которые обеспечивают доход бюджета, занятость, безрисковую отдачу от инвестиций.

Актуальность и методика исследования

Формирование приоритетных видов деятельности существенно отличается от региона к региону, а в основе выбора приоритетных направлений лежит анализ специализации, инвестиционной отдачи и производительности. Поэтому исследование влияния используемых в производственном процессе ресурсов на совокупный конечный результат является актуальным и имеет большое теоретическое и прикладное значение для экономики региона.

Выбор метода моделирования позволяет получить достоверные с эконометрической точки зрения результаты для эффективного планирования и прогнозирования. Анализ состояния экономики, взаимосвязь влияния различных факторов и происходящих в ней процессов в определенный временной период является инструментом для принятия управленческих решений. Производственные функции Кобба-Дугласа, связывая выпуск и затраты, определяют возможные перспективы экономической системы:

$$Y = a_0 * K^a * L^b, \quad (1)$$

При построении производственной функции научно-технический прогресс (НТП) может учитываться с помощью дополнительного множителя:

$$Y = a_0 \cdot K^a \cdot L^b \cdot e^g, \quad (2)$$

где Y – валовой региональный продукт;

K – основные фонды (основной капитал);

L – среднегодовая численность занятых;

a_0 – технологический коэффициент;

a – коэффициент эластичности по капиталу;

b – коэффициент эластичности по труду;

e^g – коэффициент прироста результатов производства под влиянием НТП.

Величина степени g характеризует силу действия НТП на экономический рост. Количественная взаимосвязь между производственными затратами и результатами имеет статистическую интерпретацию, поэтому производственную функцию можно представить в виде модели, характеризующей экономический рост региона. Функция Кобба-Дугласа является одной из форм двухфакторной производственной функции и применяется исследователями в различных вариациях: определение параметров факторного анализа роста экономики, в том числе с учетом влияния научно-технического прогресса; использование модификаций видов функции для осуществления прогноза развития отдельных отраслей экономики; исследование факторов роста экономики и регионов по различным временным отрезкам.

Практическая ценность функции Кобба-Дугласа: использование результатов анализа для формирования производственной политики;

выбор приоритетов развития экономики региона; принятие управленческих решений.

Результаты исследования

Аналитическое моделирование экономики инструментами производственной функции проведено на примере Ярославской области, которую можно назвать промышленным регионом, так как в структуре валового регионального продукта доля промышленного производства составляет 30 %. Первый этап анализа включает: построение и анализ производственной функции, расчет перспективного валового регионального продукта на три года с учетом среднегодовых темпов роста капитала и числа занятых в экономике региона.

Ярославская область входит в регион индустриального типа, однако деловой цикл 2000–2020 годов не самым благоприятным образом отразился на экономическом развитии территории. «Стратегия социально-экономического развития Ярославской области до 2025 года» включает несколько этапов. До 2015 года реализован 1 этап «Разработка и запуск механизмов развития». На этом этапе создана организационная основа для формирования стратегических процессов развития региона. Изменения в экономике малозаметны. По данным Федеральной службы государственной статистики в 2008 году доля Ярославской области в совокупном валовом региональном продукте (ВРП) страны опустилась с 0,73 % в 2000 году до 0,63 % в 2009 году. Причина – кризисные явления рыночной экономики 2008–2009 гг.

Второй этап «Ликвидация критических отставаний 2016–2020 год» характеризуется качественным сдвигом в структуре экономики, восстановлением и наращиванием темпов роста промышленного производства. В 2020 году инвестиции в основной капитал возросли на

4,7 % по сравнению с 2016 г., а доля Ярославской области в совокупном ВРП страны почти достигла докризисного значения 0,7 %.

Третий этап стратегии развития Ярославской области – «Опережающий рост 2021–2025 год» включает целевые показатели: «Выйти на уровень в 1 триллион рублей выпуска регионального продукта (ВРП); войти в «Топ-20» регионов Российской Федерации по уровню ВРП на душу населения и «Топ-10» по качеству жизни людей; повысить конкурентоспособность предприятий, увеличить качество и экспорт продукции и услуг в другие регионы». Для достижения целевых показателей и реализации 3 этапа стратегии развития Ярославской области необходимо исследовать сбалансированность экономических планов, оценить возможность их выполнения по показателю роста валового регионального продукта. По результатам расчетов построена производственная функция Кобба-Дугласа:

$$Y = 0,399 * K^{0.95} * L^{0.05} \quad (3)$$

Корреляционная связь, описанная уравнением 3 с большой долей вероятности, характеризует взаимосвязь результативного показателя – валовой региональный продукт (Y) со стоимостью основных производственных фондов (K) и среднегодовой численностью занятых в экономике региона (рисунок 1).

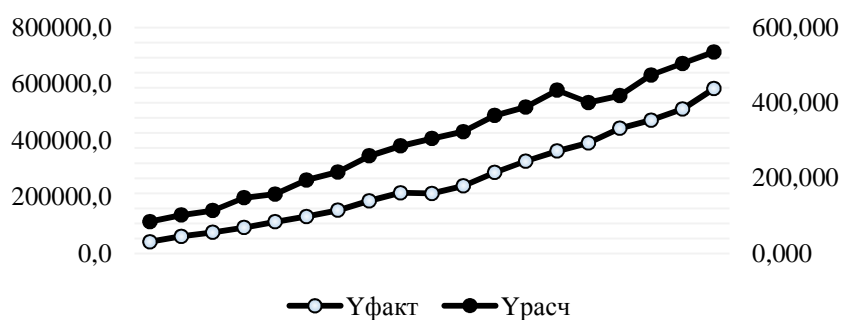


Рисунок 1 – Фактический и расчетный валовой региональный продукт Ярославской области, млн. руб.

Анализ коэффициентов производственной функции показал, что средняя эффективность ресурса AK (основной капитал) имеет негативную тенденцию к снижению. Отдача от использования трудовых ресурсов (AL) значительно превышает отдачу от основного капитала (AK), в 2018 г. при использовании одной единицы труда пророст продукции составил 0,853 ед., а при использовании одной единицы капитала всего 0,384 ед. При сравнении коэффициентов предельной эффективности ресурсов труда и капитала получаем прирост выпуска продукции больше от увеличения объема основного капитала на одну единицу.

Эластичность выпуска продукции для производственной функции оказалась постоянной и равна единице: $a = 0,95$ по капиталу; $b = 0,05$ по труду. Увеличение потребления основного капитала и трудовых ресурсов на 1 %, дает рост выпуска продукции на 0,95 % и 0,05 % соответственно.

Взаимозаменяемость ресурсов при одном и том же выпуске продукции отражает норма замещения. Если в 2009 году сократить занятых в экономике на 1 единицу, с целью сохранения прежнего объема выпуска регионального продукта, объем капитала следовало увеличить на 0,063 ед., то в 2018 г. при сокращении занятых в экономике на 1 ед. капитал следует увеличить на 0,117 ед. Результат расчетов указывает на низкий уровень производительности труда и для решения данной проблемы необходимы инвестиции в человеческий капитал.

Необходимо учитывать проблемы, которые возникли в 2020 году, в результате распространения корона вирусной инфекции и оказали влияние на экономику всех регионов России. Данная проблема актуальна и для Ярославской области, есть ряд противоречий между инвестиционными возможностями и реализуемой региональной политикой. Наблюдается

несбалансированность накопленного в регионе ресурсного потенциала и эффективностью его использования.

Прогнозный показатель валового регионального продукта в 2021 г. не достигнут (таблица 1), что указывает о низкой эффективности инвестируемых средств в основной капитал.

Таблица 1 – Динамика ВРП Ярославской области, млн, руб.

Показатель	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Валовой региональный продукт (прогноз)	566860,0	606190,8	650176,6
Валовой региональный продукт (факт)	606820,7	609150,8	617593,9

Инновационная модель развития экономики предполагает долгосрочные инвестиции со значительным сроком окупаемости, что во временном интервале 2016–2020 гг. отражает невысокие темпы экономической динамики. Для реализации целевых показателей третьего этапа стратегии развития Ярославской области «Опережающий рост 2021–2025 год» необходимо решить задачу перехода на новую модель развития. На северо-восточной Европейской части России Ярославская область является ведущим транспортно-распределительным центром и важной торговой зоной. Прорыв региона заключается в модернизации ключевых видов деятельности, создании высокотехнологичных и конкурентных предприятий, производственно-хозяйственная деятельность которых может стать источником для пополнения регионального бюджета.

Научно-технический прогресс является неотъемлемой составляющей в повышении производительности труда. Следующий этап исследования инвестиционного процесса и его влияния на развитие региона выполнен с учетом того, что каждый вид инвестиций имеет свой алгоритм влияния на экономические процессы в различных отраслях.

Департамент образования Ярославской области опубликовал итоги 2022 г. в цифровом издании «Анализ социально-экономической ситуации и рынка труда Ярославской области», согласно которому: «область входит в

число наиболее развитых в промышленном отношении регионов страны с высокой инвестиционной составляющей». Исследования структуры ВРП показали, что область можно отнести к региону индустриального типа, доля сельского хозяйства в валовом региональном продукте составила всего 3 % (рисунок 2).



Рисунок 2 – Структура ВРП Ярославской области 2021 г., %

Утверждено постановление Правительства области «Стратегия социально-экономического развития Ярославской области до 2025 года» от 06.03.2014 г. № 188-п. (редакция от 06.06.2017 г.), в котором сельское хозяйство относится к приоритетным секторам экономики и входит в портфель стратегических видов деятельности. В последовательности приоритетов развитие агропромышленного комплекса стоит на втором месте после промышленного производства. Поэтому проведена оценка мультипликативной производственной функции для предприятий, составляющих основу промышленности Ярославской области.

При оценке, в качестве объектов исследования, рассматриваются два предприятия отрасли машиностроения, которые могут нарастить объемы производства продукции и повысить стабильность развития региона: ОАО Ярославский электромашиностроительный завод – специализируется на выпуске электродвигателей и ПАО Тутаевский моторный завод (далее ПАО ТМЗ) – выпускает дизели (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительные характеристики предприятий, 2021 г.

Показатель	ПАО ТМЗ	ОАО Ярославский электромашиностроительный завод
Выручка от реализации, тыс. руб.	3803475	2237349
Стоимость основных средств, тыс. руб.	1239880	624006
Численность занятых, чел.	2708	856

Эконометрическая оценка мультипликативной функции выполнена в логарифмах методом наименьших квадратов. Формализованы модели по данным финансовой отчетности за период 2019–2021 гг. значения указаны ценах базового года (2019). Изучена функция соответствия выручки и издержек производства, связанных с использованием основных средств и трудовых ресурсов (амортизация основных фондов, фонд оплаты труда) в периоде времени – t:

$$L_n(R) = b_1 \cdot L_n(D) + b_2 \cdot L_n(S) + L_n e^g, \quad (4)$$

где $L_n(R)$ – логарифм выручки предприятия;

$L_n(D)$ – логарифм амортизации основных средств;

$L_n(S)$ – логарифм фонда оплаты труда;

$L_n e^g$ – логарифм технического прогресса

b_1, b_2 – параметры модели.

Значение совокупного коэффициента корреляции 0,976 для модели 1 – ПАО ТМЗ свидетельствует о высокой тесноте связи между результативным и факторным признаком; коэффициент детерминации указывает, что на 95,3 % вариация результативного признака объясняется вариацией факторных признаков данной модели. Модель 2 – ОАО

Ярославский электромашиностроительный завод имеет меньшую значимость – доля объясненной вариации составила 59,8 % (таблица 3).

Таблица 3 – Результат расчетов

Регрессионная статистика	Модель 1	Модель 2
R	0,976	0,747
R-квадрат	0,953	0,598
Скорректированный R-квадрат	0,927	0,551
Стандартная ошибка оценки	0,065	0,054

Показатели дисперсионного анализа подтверждают статистическую значимость моделей на уровне 1 %, связь между переменными не случайна. Регрессионный анализ для ПАО ТМЗ – модель 1 имеет высокую значимость. Коэффициент регрессии для модели 2 – ОАО Ярославский электромашиностроительный завод показал незначительную статистическую зависимость объема выручки от величины амортизации (таблица 4).

Результаты расчетов по модели 1 и 2 показали, что в формировании конечного продукта более высокую значимость имеют трудовые ресурсы. Если в ПАО ТМЗ расходы на оплату труда повысить на 1 %, то выручка увеличится на 1,806 %, в ОАО Ярославский электромашиностроительный завод рост выручки составит 0,923 % (таблица 4).

Таблица 4 – Коэффициенты регрессионного анализа

Модель	Коэффициенты		t-статистика	Уровень значимости
	B	Стандартная ошибка		
1 Константа	-10,158	1,900	-5,316	0,000
D	0,544	0,249	2,183	0,030
S	1,806	0,136	13,219	0,000
2 Константа	3,511	0,899	3,877	0,001
D	0,149	0,406	0,345	0,708
S	0,923	0,413	2,149	0,046

Оценка производственных функций показала, что основным фактором роста производства на исследуемых предприятиях является

производительность труда. Предприятия: ОАО Ярославский электромашиностроительный завод и ПАО ТМЗ объединяют общие особенности производственного процесса и высокая значимость промышленного производства в валовом региональном продукте Ярославской области, поэтому приоритетной задачей органов власти является развитие промышленного сектора региона.

Рост производительности труда зависит от комплекса мероприятий: во-первых, от уровня автоматизации производственного процесса, что предполагает обучение и повышение квалификации персонала, возможность карьерного роста и дополнительную мотивацию.

В-вторых, автоматизация производства требует качественного обслуживания и быстрого ремонта оборудования, внедрение новых технологий, которые направлены на повышение безопасности труда, предупреждение травматизма и профзаболеваний. В-третьих, нужна система мотивации персонала, от которой зависит результат и показатели эффективности производственного процесса, что достигается путем материального стимулирования в виде социальных льгот, премий и вознаграждений сотрудников, которые быстро и качественно выполняют поставленные задачи.

Научно-технический прогресс является неотъемлемой составляющей в повышении производительности труда во всех сферах деятельности, потому на следующем этапе объектом исследования является сельское хозяйство Ярославской области, агропромышленный комплекс которой является потенциальной территорией для инвесторов.

В последовательности приоритетов развитие агропромышленного комплекса стоит на втором месте после промышленного производства (таблица 5). Ярославский регион находится практически в центре Российской Федерации, имеет развитую инфраструктуру, позволяющую производить экологически чистую и конкурентоспособную продукцию.

Таблица 5 – Приоритетные направления АПК Ярославской области

Стратегические	Перспективные
Молочное животноводство	Органическое сельское хозяйство
Мясное животноводство	Аквакультура
Птицеводство	Льноводство
	Овощеводство закрытого грунта
	Пчеловодство
	Репродукция и генетика

Для реализации Государственной программы «Развитие сельского хозяйства Ярославской области» Департаментом агропромышленного комплекса и потребительского рынка выделено в 2023 году 819 млн. рублей, в том числе средства федерального бюджета составили 431,3 млн. руб. Часть выделенных денежных средств направлена на: освоение 2,4 тысячи гектаров земли для введения их в севооборот; поддержку крестьянских хозяйств, которые занимаются разведением крупного рогатого скота; финансирование семеноводства; поддержку молодых специалистов, живущих и работающих в сельских территориях; модернизацию объектов АПК; приобретение сельскохозяйственной техники.

Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности применения методического подхода для мониторинга развития АПК и корректировки аграрной политики в соответствии с задачами конкретных этапов стратегии развития региона.

Производственная функция построена с учетом научно-технического прогресса по данным отрасли сельского хозяйства Ярославской области (таблица 6).

$$Y = 1,101 * K^{0.565} * L^{0.435} * e^{0.051}, \tag{12}$$

Таблица 6 – Коэффициенты производственной функции

a'	a	b	g	a_0	Сумма
2,208	0,565	0,435	0,051	1,101	1

Модель построена с учетом следующих условий. Сумма коэффициентов эластичности равна 1: $a + b = 1$.

Значение коэффициентов эластичности по труду и капиталу находится в интервале: $0 \leq a \leq 1; 0 \leq b \leq 1$.

Расчет коэффициентов производственной функции выполнен методом наименьших квадратов и показал, что сельскохозяйственное производство в Ярославской области развивается интенсивным путем, $a = 0,564 \geq b = 0,435$. Влияние научно-технического прогресса на рост объема сельскохозяйственной продукции незначительно $e^s = 0,051$. Увеличение основных фондов на единицу приведет к большему росту объема сельскохозяйственной продукции, чем аналогичное увеличение трудовых ресурсов. Анализ кривых выпуска валовой продукции сельского хозяйства в зависимости от стоимости основных фондов и среднегодовой численности занятых показал незначительное сокращение стоимости валовой продукции при уменьшении числа занятых в сельском хозяйстве.

Вывод

С помощью математических моделей проведена оценка потребности Ярославской области в ежегодном приросте инвестиций и численности занятых для увеличения темпов роста региональной экономики. Целевые индикаторы «Стратегии социально-экономического развития Ярославской области до 2025 года» могут быть достигнуты при существенном росте производительности труда, переходе на технологический уклад с использованием инноваций.

Литература

1. Затонская И. В. Математическая модель производственной структуры предприятия в условиях цифровой трансформации АПК / И. В. Затонская // В сборнике: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. Сборник научных трудов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик, 2022. – С. 249–252.
2. Затонская И. В., Склемина Е. Д. Процесс формирования финансовой политики в условиях кризиса / И. В. Затонская, Е. Д. Склемина // В сборнике: Инженерные и информационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности. Сборник научных статей по итогам второй международной научной конференции. 2020. – С. 85–87.
3. Регионы России. Социально-экономические показатели. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 07.08.2023 г.)

References

1. Zaton'skaja I. V. Matematicheskaja model' proizvodstvennoj struktury predprijatija v uslovijah cifrovoj transformacii APK / I. V. Zaton'skaja // V sbornike: Aktual'nye problemy agrarnoj nauki: prikladnye i issledovatel'skie aspekty. Sbornik nauchnyh trudov II Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-praktičeskoj konferencii. Nal'chik, 2022. – S. 249–252.
2. Zaton'skaja I. V., Sklemina E. D. Process formirovanija finansovoj politiki v uslovijah krizisa / I. V. Zaton'skaja, E. D. Sklemina // V sbornike: Inzhenernye i informacionnye tehnologii, jekonomika i menedzhment v promyshlennosti. Sbornik nauchnyh statej po itogam vtoroj mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. 2020. – S. 85–87.
3. Regiony Rossii. Social'no-jekonomičeskie pokazateli. [Jelektronnyj resurs]. URL: <https://rosstat.gov.ru> (data obrashhenija 07.08.2023 g.)