

МОДЕЛЬ СТРУКТУРНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКИ ГОРНОГО РЕГИОНА С СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИЕЙ*

З.З. ИВАНОВ¹, М.В. ИСРАИЛОВ², А.О. ГУРТУЕВ¹

¹ Институт информатики и проблем регионального управления –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360000, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а

² Чеченский государственный университет
364093, Россия, Грозный, ул. Шерипова, 32

Аннотация. В работе рассматривается проблема структурной трансформации экономики горного региона с аграрной специализацией. Технологические изменения в производственных функциях отрасли специализации приводят к адаптации структуры занятости и вследствие этого – структуры выпуска в экономике открытого региона в среднесрочном периоде. Для малых горных регионов с традиционной отраслевой структурой экономической системы выбор пути регионального развития во многом зависит от выбранной траектории стимулирования структурных изменений. Нами представлена модель влияния технологических изменений в отрасли производства сельскохозяйственной продукции на структурные изменения в экономике горного аграрного региона в среднесрочном периоде с классификацией технологических инноваций по трем типам – землесберегающие, трудосберегающие и нейтральные. Модель представляет собой двухфакторную модель агрегированной производственной функции в малой открытой региональной экономике и описывает влияние фактора технологических изменений на трансформацию отраслевой структуры. Регион в модели представляет собой небольшую открытую аграрную экономику с немобильными факторами производства. Рассмотрены и проанализированы условия равновесия в статике. Показано, что при внедрении землесберегающих или нейтральных по отношению к балансу отдачи от факторов производства технологических инноваций увеличение производительности сельского хозяйства вызывает сокращение доли промышленности по мере перетока труда в сельское хозяйство. Обосновано положение о том, что если земля и рабочая сила как факторы производства являются сильными комплементами, трудосберегающие технологические изменения в сельском хозяйстве приводят к оттоку рабочей силы из сельскохозяйственной отрасли. Показано, как предлагаемая модель помогает осуществлять стратегический выбор программы технологического перевооружения отрасли специализации малого региона с открытой экономикой.

Ключевые слова: горный регион, структурные изменения, моделирование, сельское хозяйство, землесберегающие технологии.

Статья поступила в редакцию 23.09.2021

Принята к публикации 10.10.2021

Для цитирования. Иванов З.З., Исраилов М.В., Гуртуев А.О. Модель структурной трансформации экономики горного региона с сельскохозяйственной специализацией // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 5 (103). С. 75–82. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-5-103-75-82

ВВЕДЕНИЕ

В научной литературе, посвященной развитию горных регионов с аграрной экономикой, многократно подтверждено, что успешный экономический рост большинства подобных регионов сопровождался процессом структурной трансформации социально-экономической системы [1, 2]. По мере развития экономики, внедрения новых технологий доля сельского хозяйства в занятости падает и увеличивается миграция в города в поисках работы в промышленном секторе и секторе услуг [3]. Эта миграция может быть как внешней, так и внутренней, стимулирующей рост производительности труда в регионе и региональное экономическое развитие [4–6]. Данные результаты показывают, что выделение сил, которые способны вызвать структурные преобразования, является ключом к нашему пониманию процесса управления развитием горного региона. В частности, увеличение производительности сельского хозяйства является для аграрно ориентированной экономики важным условием не только экономического развития, но и изменения структуры экономики [7, 8]. Как ни парадоксально на первый взгляд, но увеличение производительности сельского хозяйства в традиционном аграрном регионе ведет в долгосрочном периоде к уменьшению его доли в общей структуре валового выпуска [9]. Современные формальные модели структурных преобразований показывают, как рост производительности в сельском хозяйстве может высвободить рабочую силу или создать спрос на промышленные товары [10, 11]. Вместе с тем большинство моделей рассматривают влияние производительности сельского хозяйства на индустриализацию в условиях закрытой экономической системы [12, 13], тогда как в регионах с открытой экономикой сравнительное преимущество в сельскохозяйственной отрасли может замедлить рост других секторов экономики [14, 15].

В данной статье мы представляем модель влияния технологических изменений в отрасли производства сельскохозяйственной продукции на структурные изменения в экономике горного аграрного региона в среднесрочном периоде. Модель показывает, что нейтральное по Хиксу увеличение производительности сельского хозяйства вызывает сокращение размера отрасли промышленности по мере перераспределения рабочей силы в пользу сельского хозяйства, как в классических моделях открытой экономики [16, 17]. Аналогичные результаты получаются и для землесберегающих технологий. Напротив, если земля и рабочая сила как факторы производства являются сильными комплементами, трудосберегающие технологические изменения в сельскохозяйственном производстве сокращают спрос на рабочую силу и приводят к перетоку труда в промышленность. Таким образом, модель предсказывает, что влияние производительности сельского хозяйства на структурные преобразования в открытой экономике аграрного региона зависит от факторной характеристики внедряемой технологии, а именно – от того, сместится ли баланс факторов производства в сторону трудосбережения.

Нашей задачей является разработка модели влияния технологических изменений в отрасли производства сельскохозяйственной продукции на структурные изменения в региональной экономике в среднесрочном периоде. При этом главным вопросом является нахождение и количественное представление связи между типами технологических инноваций и вектором структурных преобразований, а также направлением перетока трудовых ресурсов.

МОДЕЛЬ

Рассмотрим простую модель, описывающую влияние фактора технологических изменений на структурную трансформацию в открытой локальной экономике. Пусть горный регион представляет собой небольшую открытую аграрную экономику в том смысле, что продукция может свободно продаваться в разных регионах (на внешнем рынке), но факторы производства немобильны. Рассмотрим простейший случай, когда существует два агрегированных сектора экономики – сельское хозяйство и промышленность и два фактора производства – земля и труд.

Такая малая открытая экономика характеризуется некоторым количеством экономических агентов, каждый из которых имеет L единиц труда. Существует два сектора – промышленность и сельское хозяйство, производящие товары, доступные для торговли. Производство товаров промышленности требует только труда, и производительность труда в промышленности равна A_m . Таким образом, валовой выпуск промышленности в нашей модели будет равен $Q_m = A_m L_m$, где L_m – это объем труда, используемый в промышленности. Производство в сельскохозяйственной отрасли требует наличия и земли, и труда и принимает форму производственной функции с постоянной эластичностью замещения:

$$Q_a = A_N \left[\gamma (A_L L_a)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) (A_T T_a)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \quad (1)$$

где Q_a – валовой выпуск сельского хозяйства,

L_a и T_a – соответственно производственные факторы труда и земли,

A_N – нейтральные по Хиксу технологические изменения,

A_L – технологические изменения, ведущие к относительному уменьшению использования труда,

A_T – технологические изменения, ведущие к относительному уменьшению использования земли,

σ – положительный параметр, отражающий эластичность замещения между землей и трудом,

γ – распределение долей факторов производства, $\gamma \in (0,1)$.

Из производственной функции (1) следует выражение для предельного продукта труда:

$$MPL_a = A_N A_L \gamma \left[\gamma + (1-\gamma) \left(\frac{A_T T_a}{A_L L_a} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{1}{\sigma-1}}. \quad (2)$$

Отсюда следует, что нейтральные и землесберегающие технологические изменения увеличивают предельный продукт труда. Однако трудосберегающие технические и технологические изменения ведут к двум эффектам, противоположно влияющим на предельный продукт труда. Во-первых, увеличение A_L означает, что каждый работник более продуктивен, как видно из первого члена уравнения. Во-вторых, увеличение A_L приводит к сокращению количества земли, приходящегося на единицу труда в единицах эффективности ($A_T T_a / A_L L_a$), что в свою очередь приводит к уменьшению предельного продукта труда. Данный эффект выражается сильнее, когда земля и рабочая сила являются слабыми субститутами как факторы производства.

Таким образом, относительные силы двух данных противоположных эффектов зависят от значения параметра σ . В частности, $\partial MPL_a / \partial A_L < 0$, когда эластичность замеще-

ния меньше, чем доля земли как производственного фактора в валовом выпуске. Далее мы покажем, что технические изменения значительно сокращают трудозатраты, когда это условие выполняется.

Рассмотрим открытую экономическую систему горного сельскохозяйственного региона, торгующую с внешним рынком, где относительные внутренние и внешние цены на сельскохозяйственную продукцию представлены как $P_a/P_m = (P_a/P_m)^*$. Условие максимизации прибыли приводит к тому, что величина предельного продукта труда должна приводить в равновесие оплату труда в обеих отраслях. Отсюда:

$$P_a MPL_a = w = P_m MPL_m . \quad (3)$$

Таким образом, в равновесном состоянии предельный продукт труда в сельскохозяйственной отрасли определяется мировыми (внешними) ценами и производительностью труда в промышленности – $MPL_a = (P_a/P_m)^* A_m$. Данное условие вместе с условием равновесного состояния рынка земли ($T_a=T$) определяют равновесное распределение труда и занятость в сельском хозяйстве:

$$L_a^* = \frac{A_T T}{A_L} \left[\frac{\gamma}{1-\gamma} \frac{1-\Gamma^*}{\Gamma^*} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \quad (4)$$

где $\Gamma^* = \gamma^\sigma \left(\frac{P_m A_m}{P_a A_L A_N} \right)^{1-\sigma}$ – равновесная доля труда.

В свою очередь равновесный уровень занятости в промышленности, L_m^* может быть получен из условия равновесия на рынке труда, $L_m + L_a = L$. Затем, когда известны L_m^* и L_a^* , валовой выпуск каждой отрасли находится с помощью производственной функции (1).

Рассмотрим далее влияние трех типов технологических изменений, а именно – нейтральных по Хиксу, трудосберегающих и землесберегающих – на занятость в обеих отраслях региональной экономики в нашей модели.

ТРУДОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Влияние трудосберегающих технологических изменений на занятость в региональном сельском хозяйстве зависит от отношения эластичности замещения и доли земли как фактора производства в равновесии ($\sigma/(1 - \Gamma^*)$). Если оно меньше 1, то земля и труд в производственной функции могут рассматриваться как сильные комплементы. В таком случае выполняются следующие условия:

$$\begin{aligned} \frac{\partial L_a^*}{\partial A_L} &< 0, \\ \frac{\partial L_m^*}{\partial A_L} &> 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Увеличение A_L запускает процесс перераспределения труда из отрасли сельского хозяйства в промышленность. Это происходит потому, что если эластичность замещения между трудом и землей меньше, чем доля земли как фактора производства в валовом выпуске, трудосберегающие технологические изменения вызывают снижение предельного

продукта труда в сельском хозяйстве. Так как в равновесии предельный продукт труда в сельском хозяйстве определяется мировыми ценами и производительностью труда в промышленности, он не изменяется с увеличением A_L . Таким образом, для увеличения предельного продукта труда до его равновесного уровня занятость в сельском хозяйстве должна снизиться.

В случае, когда земля и труд в производственной функции не могут рассматриваться как сильные комплементы, выполняются следующие условия:

$$\begin{aligned}\frac{\partial L_a^*}{\partial A_L} &> 0, \\ \frac{\partial L_m^*}{\partial A_L} &< 0.\end{aligned}\tag{6}$$

При этих условиях увеличение A_L вызывает в нашей модели перераспределение труда из отрасли промышленности в отрасль сельского хозяйства. Это связано с тем, что если эластичность замещения превышает долю земли как фактора производства в выпуске, трудосберегающие технологические изменения вызывают увеличение предельного продукта труда в сельском хозяйстве.

ЗЕМЛЕСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

$$\begin{aligned}\frac{\partial L_a^*}{\partial A_T} &> 0, \\ \frac{\partial L_m^*}{\partial A_T} &< 0.\end{aligned}\tag{7}$$

Рост A_T приводит в модели к перетоку рабочей силы из промышленности в сельское хозяйство по причине увеличения предельного продукта труда в сельском хозяйстве вследствие внедрения землесберегающих технологий (2).

НЕЙТРАЛЬНЫЕ ПО ХИКСУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

$$\begin{aligned}\frac{\partial L_a^*}{\partial A_N} &> 0, \\ \frac{\partial L_m^*}{\partial A_N} &< 0.\end{aligned}\tag{8}$$

Рост A_N также приводит к перетоку рабочей силы из промышленности в сельское хозяйство. Заметим, что нейтральное по Хиксу увеличение производительности в сельском хозяйстве ведет и к увеличению предельного продукта труда (2).

Рассмотрим прогнозы модели, изучая одновременное распространение двух новых сельскохозяйственных технологий – трудосберегающей и землесберегающей. В качестве примеров возьмем технологии выращивания генетически модифицированной сои и кукурузы второго урожая. Заметим, что это только примеры, для разных горных регионов

применительно к их климатическим условиям могут быть уместны другие примеры трудосберегающих и землесберегающих технологий [18, 19]. Выводы модели при этом не теряют своей силы. В случае сои преимущество генномодифицированных семян по сравнению с традиционными в том, что они устойчивы к гербицидам, это снижает потребность в подготовительных работах. В результате данная технология требует меньше труда на единицу земли для получения той же продукции. Что касается кукурузы, при внедрении технологии выращивания, позволяющей получать два урожая в год, увеличивается эффективность использования земли. При анализе на реальных данных следует количественно оценить влияние этих двух типов технологических изменений на наблюдаемые переменные в сельскохозяйственном и производственном секторе и проверить, отображают ли они закономерности, предсказанные моделью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная модель влияния технологических изменений в отрасли производства сельскохозяйственной продукции на структурные изменения в экономике горного аграрного региона в среднесрочном периоде может быть использована для анализа реальных данных последствий технологического перевооружения отраслей сельскохозяйственного производства. Модель показывает, что нейтральное по Хиксу увеличение производительности сельского хозяйства вызывает сокращение размера отрасли промышленности по мере перераспределения рабочей силы в пользу сельского хозяйства, как в классических моделях открытой экономики [16, 17]. Аналогичные результаты получаются и для землесберегающих технологий. Напротив, если земля и рабочая сила как факторы производства являются сильными комплементами, трудосберегающие технологические изменения в сельскохозяйственном производстве сокращают спрос на рабочую силу и приводят к перетоку труда в промышленность. Таким образом, модель предсказывает, что влияние производительности сельского хозяйства на структурные преобразования в открытой экономике аграрного региона зависит от факторной характеристики внедряемой технологии, а именно от того, сместится ли баланс факторов производства в сторону трудосбережения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Carter M.R., Zimmerman F.J. The dynamic cost and persistence of asset inequality in an agrarian economy. *Journal of Development Economics*, 2000. No. 63(2). Pp. 265–302.
2. Gollin D., Lagakos D., Waugh M.E. The agricultural productivity gap. *Quarterly Journal of Economics*, 2014. No. 129(2). Pp. 939–993.
3. Hornbeck R., Naidu S. When the Levee Breaks: Black Migration and Economic Development in the American South. *American Economic Review*, 2014. No. 104(3). Pp. 963–990.
4. Gollin D., Parente S., Rogerson R. The Role of Agriculture in Development. *American Economic Review*, 2002. No. 92(2). Pp. 160–164.
5. Ngai L.R., Pissarides C.A. Structural Change in a Multisector Model of Growth. *American Economic Review*, 2007. No. 97(1). Pp. 429–443.
6. Kongsamut P., Rebelo S., Xie D. Beyond Balanced Growth. *Review of Economic Studies*, 2001. No. 68(4). Pp. 869–882.
7. Minh T.T. *Agricultural Innovation Systems in Vietnam's Northern Mountainous Region*. Weikersheim: Margraf Publishers, 2009.

8. Samygin D. Design model for the development of agrarian economy: Food aspect. *Economy of Region*, 2017. No. 1(2). Pp. 591–603.
9. Acemoglu D. When Does Labor Scarcity Encourage Innovation? *Journal of Political Economy*, 2010. No. 118. Pp. 1037–1078.
10. Nunn N., Qian N. The Potato's Contribution to Population and Urbanization: Evidence From A Historical Experiment. *Quarterly Journal of Economics*, 2011. No. 126(2). Pp. 593–650.
11. Gurtuev A.O., Derkach E.G., Ivanov Z.Z. Improvement of land relations as a prerequisite for sustainable development of the agro-industrial complex of the KBR. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2013. No. 1 (51). Pp. 111–117. (in Russian)
12. Pei Q., Zhang D.D., Li G.D., Lee H. Short-and long-term impacts of climate variations on the agrarian economy in pre-industrial Europe. *Climate Research*, 2013. No. 56(2). Pp. 169–180.
13. Kislitsky M., Rodionova O., Pertsev A. The digital model of developing economic relations of subjects of the agrarian sphere: research results and general trends. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019. No. 274(1). P. 012034.
14. Foster A.D., Rosenzweig M.R. Economic Development and the Decline of Agricultural Employment. *Handbook of Development Economics*, 2008. No. 4. Pp. 3051–3083.
15. Hornbeck R., Keskin P. Does Agriculture Generate Local Economic Spillovers? Shortrun and Long-run Evidence from the Ogallala Aquifer. *American Economic Journal: Economic Policy*, 2015. No. 7(2). Pp. 192–213.
16. Acemoglu D., Guerrieri V. Capital Deepening and Non-Balanced Economic Growth. *Journal of Political Economy*, 2008. No. 116. Pp. 467–498.
17. Herrendorf B., Rogerson R., Valentinyi A. Two Perspectives on Preferences and Structural Transformation. *American Economic Review*, 2013. No. 103(7). Pp. 2752–2789.
18. Lagakos D., Waugh M.E. Selection, agriculture, and cross-country productivity differences. *American Economic Review*, 2013. No. 103(2). Pp. 948–980.
19. Min S., Waibel H., Cadisch G., Langenberger G., Bai J., Huang J. The economics of smallholder rubber farming in a mountainous region of southwest China: Elevation, ethnicity, and risk. *Mountain research and development*, 2017. No. 37(3). Pp. 281–293.

Информация об авторах

Иванов Заур Зуберович, канд. экон. наук, ст. науч. сотр. отдела экономики инновационных процессов Института информатики и проблем регионального управления – филиала Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

zaurivanov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0217-8078>

Исраилов Магамед Вахаевич, д-р экон. наук, проф. кафедры менеджмента и государственного и муниципального управления Чеченского государственного университета;

364093, Россия, Грозный, ул. Шерипова, 32;

m.israilov@chesu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9055-0465>

Гуртуев Алим Оюсович, канд. экон. наук, вед. науч. сотр., зав. отделом экономики инновационных процессов Института информатики и проблем регионального управления – филиала Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

alemao@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2067-8129>

STRUCTURAL TRANSFORMATION OF THE ECONOMY OF A MOUNTAINOUS REGION WITH AGRICULTURAL SPECIALIZATION

Z.Z. IVANOV¹, M.V. ISRAILOV², A.O. GURTUEV¹

¹ Institute of Computer Science and Problems of Regional Management –
branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street

² Chechen State University
364093, Russia, Grozny, 32 Sheripova street

Abstract. We study the problem of structural transformation of the economy of a mountainous region with agrarian specialization. Technological changes, reflected by production functions of the regional industry of specialization lead to an adaptation of the employment structure and, as a result, the structure of output in the economy of an open region in the medium term. For small mountainous regions with a traditional sectoral economic system structure, the choice of the path of regional development largely depends on the chosen trajectory for stimulating structural changes. We have presented a model of the influence of technological changes in the agricultural production industry on structural changes in the economy of a mountainous agrarian region in the medium term with the classification of technological innovations into three types - land-saving, labor-saving and neutral. The model is a two-factor model of an aggregated production function in a small open regional economy and describes the influence of technological change on the transformation of the sectoral structure. The region in the model is a small open agrarian economy with immobile factors of production. The conditions of equilibrium in statics are considered and analyzed. We show that the introduction of land-saving or neutral concerning the balance of returns from production factors of technological innovations, an increase in agricultural productivity causes a decrease in industry share as labor flows into agriculture. The proposition is substantiated that if land and labor as factors of production are strong complements, labor-saving technological changes in agriculture lead to an outflow of labor from the agricultural sector. It is shown how the proposed model helps to make a strategic choice of the program of technological re-equipment of the industry of specialization of a small region with an open economy.

Keywords: mountainous region, structural change, modeling, agriculture, land-saving technologies.

The article was submitted 23.09.2021

Accepted for publication 10.10.2021

For citation. Ivanov Z.Z., Israilov M.V., Gurtuev A.O. Structural transformation of the economy of a mountainous region with agricultural specialization. News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS. 2021. No. 5 (103). Pp. 75–82. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-5-103-75-82

Information about the authors

Ivanov Zaur Zuberovich, Cand. of Economics Sciences, Art. scientific. sotr. Department of Economics of Innovative Processes of the Institute of Computer Science and Problems of Regional Management – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;
zaurivanov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0217-8078>

Israilov Magamed Vakhaevich, Doctor of Economics Sciences, Professor of the Department of Management and State and Municipal Administration of the Chechen State University;

364093, Russia, Grozny, 32 Sheripova street
m.israilov@chesu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9055-0465>

Gurtuev Alim Oyusovich, Cand. of Economics Sciences, led. scientific. sotr., head. the Department of Economics of Innovative Processes of the Institute of Computer Science and Problems of Regional Management – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;
alemao@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2067-8129>