

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОТРАСЛИ
ЭКОНОМИКИ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ И ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ**

ОРИГИНАЛЬНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ

УДК: 331.5: 001.18

JEL: O33

<https://doi.org/10.22394/2410-132X-2023-9-4-18-31>**ИЗМЕНЕНИЕ РЫНКА ТРУДА ПРИ
ВНЕДРЕНИИ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ИННОВАЦИЙ В ЭКОНОМИКУ
(ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ)****В.В. ЕРОХИН^{1,2}**¹ Московский государственный институт (университет) международных отношений Министерства иностранных дел Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; e-mail: erohinvv@mail.ru² Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация; e-mail: erohinvv@mail.ru

Аннотация. В статье представлено влияние научно-технологических инноваций на отраслевую структуру торгового сектора экономики. Анализ экономических данных проводился на основе модели VAR Кристофера Симсона по данным 15 развитых государств с открытой экономикой и без санкционного режима, включая Российскую Федерацию, за период с 1995 по 2013 гг. Исследования показали, чем больше постоянный рост общей факторной производительности в торговом секторе экономики по сравнению с ростом в неторговом секторе, тем больше перемещается трудовых ресурсов из торгового сектора в неторговый сектор экономики, что оказывает стимулирующее влияние на долю трудовых доходов в обоих секторах экономики. Разработана модель влияния научно-технологических инноваций на рынок труда в торговом секторе экономики. Модель позволяет просчитать факторные технологические изменения для государств с открытой экономикой и с учетом межстрановых дисперсий перераспределительных эффектов. Наиболее точные результаты модель предсказывает для государств, капиталоемкие отрасли которых вносят большой вклад в увеличение общей факторной производительности торгового сектора экономики, т.е. для государств, в которых капитал увеличивается по отношению к эффективности труда.

Ключевые слова: инновации, открытая экономика, рынок труда, производственная функция, трудовой доход.

Информация о финансировании: данное исследование выполнено без внешнего финансирования.

Для цитирования: Ерохин В.В. Изменение рынка труда при внедрении научно-технологических инноваций в экономику (зарубежный и отечественный опыт). *Экономика науки*. 2023. № 9(4). С. 18–31.

<https://doi.org/10.22394/2410-132X-2023-9-4-18-31>

**SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRESS AND ITS IMPACT ON INDUSTRIES,
ECONOMIC GROWTH, AND INNOVATIVE DEVELOPMENT**

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE

UDC: 331.5: 001.18

JEL: O33

<https://doi.org/10.22394/2410-132X-2023-9-4-18-31>**CHANGES IN THE LABOR MARKET WITH THE
INTRODUCTION OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL
INNOVATIONS INTO THE ECONOMY
(FOREIGN AND DOMESTIC EXPERIENCE)****V.V. EROKHIN^{1,2}**¹ Moscow State Institute of International Relations (University) of the Ministry of Foreign Affairs, Moscow, Russian Federation; e-mail: erohinvv@mail.ru² Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation; e-mail: erohinvv@mail.ru

Изменение рынка труда при внедрении научно-технологических инноваций
в экономику (зарубежный и отечественный опыт)

Abstract. The article presents the impact of scientific and technological innovations on the industrial structure of the tradable sector of the economy. The analysis of economic data was carried out on the basis of the VAR model by Christopher Albert Sims for 15 developed countries with open economies and without a sanction's regime, including the Russian Federation, for the period 1995...2013. Research has shown that the greater the continuous growth of total factor productivity (TFP) in the tradable sector of the economy compared to growth in the non-tradable sector, the more labor resources move from the tradable sector to the non-tradable sector of the economy, which has a stimulating effect on the share of labor income in both sectors of the economy. A model of the influence of scientific and technological innovations on the labor market in the tradable sector of the economy has been developed. The model allows for a state with an open economy and taking into account cross-country dispersion of redistribution effects to calculate factor technological changes. The model predicts the most accurate results for states where capital-intensive industries make a greater contribution to the increase in total factor productivity of the trade sector of the economy, i.e. for states in which capital increases in relation to labor efficiency.

Keywords: innovation, open economy, labor market, production function, labor income.

Funding: This research received no external funding.

For citation: Erokhin, V.V. (2023) Changes in the labor market with the introduction of scientific and technological innovations into the economy (foreign and domestic experience). *Economics of Science*, 9(4), 18–31.
<https://doi.org/10.22394/2410-132X-2023-9-4-18-31>

ВВЕДЕНИЕ

Разработка модели изменения рынка труда в условиях внедрения научно-технологических инноваций является актуальной задачей для современного экономического развития. Инновации способствуют повышению производительности труда, созданию новых рабочих мест и изменению требований к квалификации работников. В условиях глобализации и быстрого технологического прогресса, эффективное использование трудовых ресурсов становится ключевым фактором конкурентоспособности и устойчивого экономического роста.

Данное исследование базируется на анализе влияния научно-технологических инноваций на изменения, происходящие на рынке труда в 1995–2013 гг. в открытых экономиках следующих государств: Бельгия, Великобритания, Германия, Дания, Ирландия, Испания, Италия, Канада, Нидерланды, Норвегия, Российская Федерация, Соединенные Штаты Америки, Франция, Швеция, Япония. Выбор этих стран обоснован не только высоким уровнем развития их экономик, но и значительным градиентом и изменчивостью отраслей экономики и перераспределения трудовых ресурсов по отраслям экономики от внедрения в экономику государства научно-технологических инноваций.

Теоретико-эмпирический анализ исследования построен на следующих ранее опубликованных работах, описывающих влияние:

- технологических инноваций на производительность труда и количество отработанных часов работниками торговой экономики (Collard, Dellas, 2007). В настоящем исследовании адаптированы положения работы (Collard, Dellas, 2007) для свободной экономики, что позволяет более гибко учитывать научно-технологические инновации в ценообразовании на рынке труда посредством анализа индекса условий торговли;
- секторально-технологических инноваций на открытую экономику (Matsuyama, 2009; Swiecki, 2017; Kehoe et al., 2018; Alvarez-Cuadrado et al., 2018);
- технологических инноваций на кардинальные изменения производительности труда по отраслям экономики государства (Galn, 1999; Galn, Rabanal, 2004; Ramey, 2016; Chang, Hong, 2006; Benigno, Fornaro, 2014; Kehoe, Ruhl, 2009; Arellano, Bai, Mihalache, 2018; Liu, Wu, Zhu, 2023);
- волатильности симметричных и ассиметричных технологических инноваций на межсекторальный рынок труда (Foerster et al., 2011; Garin, Pries, Sims, 2018; Chen, Wemy, 2015; Holly, Petrella, 2012; Dogan, Altinoz, Tzeremes, 2020).

В вышеприведенных научных публикациях достаточно полно показано влияние научно-технологических инноваций на структурные изменения в отраслях экономики страны. В то

же время в них отсутствует структурированная и формализованная информация о перераспределительных эффектах трудовых ресурсов по отраслям экономики государства, которые обусловлены ускоренным внедрением научно-технологических инноваций. Изучение таких перераспределенных эффектов, особенно в торговом секторе экономики, является актуальным, т.к. это позволит создать модель, описывающую влияние научно-технологических инноваций на перераспределение трудовых ресурсов в торговом секторе открытой экономики, что обеспечит более точную прогнозную оценку экономического развития страны. Целью нашего исследования является разработка модели влияния научно-технологических инноваций на рынок труда в торговом секторе экономики.

Анализируя параметры прибыльности коммерческих компаний 15-и государств, можно однозначно утверждать, что фирмы, осуществляющие деятельность в области экспорта товаров и услуг, экономически и финансово более эффективны, чем фирмы, ориентированные в своей деятельности на внутренний рынок. Для более точной оценки влияния асимметричных научно-технологических инноваций на перераспределения трудовых ресурсов по отраслям экономики необходимо экономическую государственную разделить на два сектора: торговый и неторговый сектор, что отличает данное исследование от Foerster et al., 2011; Garin, Pries, Sims, 2018.

Понятия торгового и неторгового секторов экономики взяты из теории международной торговли «новой экономической географии» (Helpman, Krugman, 1985). Содержательная сторона торгового и неторгового секторов экономики основана на подходе Майкла Портера (Porter, 2003), где критерием торговли является неравномерное распределение отраслевой занятости трудовых ресурсов в государстве (Porter, 2003). Такое разделение позволяет выявить отрасли, которые по различным экономическим причинам сконцентрированы в определенных географических районах. Методология Портера (Porter, 2003) определяет в торговом секторе экономики

51 отрасль, а в неторговом секторе – 16 отраслей. Каждая из отраслей экономики содержит от 1 до 37 взаимосвязанных видов экономической деятельности, а значит позволяет одновременно охватить национальную экономику государства и выявить уникальные влияния научно-технологических инноваций на рынок труда (Delgado, Porter, Stern, 2016).

Рынок труда и торгового сектора экономики будем оценивать по параметрам: изменение доли продаваемых товаров в общем количестве отработанных часов, степень мобильности рабочей силы (СМРС), открытость торговли, общая факторная производительность (ОФП), доля заработной платы в экономике (ДЗПЭ), индекс условий торговли (ИУТ). Научно-технологические инновации будем оценивать по параметрам: факторно-ориентированные технологические изменения (ФОТИ), степень взаимозаменяемости товаров.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВЛИЯНИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ НА ТОРГОВЫЙ СЕКТОР ЭКОНОМИКИ

На первом этапе исследования были выявлены асимметричные и симметричные влияния технологических инноваций на межсекторальный рынок труда посредством оценивания дисперсии совокупного роста ОФП.

Оцениваем структурную модель VAR (Vector AutoRegression) на основе годовых данных. Исследования (Gali, 1999) определяют, что устойчивые и долгосрочные скачки производительности труда определяются только технологическими инновациями. Далее представим стратегию идентификации и проанализируем потенциальные ограничения авторского подхода.

Поскольку фирмы-экспортеры гораздо более продуктивны, чем фирмы, не занимающиеся экспортом, тогда объяснением асимметричных научно-технологических инноваций является то, что необходимо провести различие между торговым сектором (индексируется индексом m) и неторговым сектором (индексируется индексом n). Запишем отраслевое разложение процентного отклонения

Изменение рынка труда при внедрении научно-технологических инноваций
 в экономику (зарубежный и отечественный опыт)

совокупной ОФП относительно его начальное устойчивого состояния, обозначенного $Z_{a,i,t}$:

$$Z_{a,i,t} = k_{m,i}Z_{m,i,t} + Z_{n,i,t} - k_{m,i}Z_{n,i,t} \quad (1)$$

где $Z_{a,i,t}$ – процентное отклонение общей ОФП относительно его начального устойчивого состояния для i -о государства в t -м году; $Z_{m,i,t}$ и $Z_{n,i,t}$ – процентное отклонение ОФП относительно начального устойчивого состояния для i -о государства в t -м году соответственно в торгуемых и неторгуемых секторах экономики; $k_{m,i}$ – весовой коэффициент, представляющий собой долю отраслевой добавленной стоимости (торгуемая отрасль) в валовом внутреннем продукте (ВВП) i -о государства.

Экономический смысл уравнения (1) следующий: если отклонения ОФП одинаковые $Z_{m,i,t} = Z_{n,i,t}$, тогда научно-технологические инновации не влияют на перераспределительный характер трудовых ресурсов в экономике; если отклонения ОФП неодинаковые $Z_{m,i,t} \neq Z_{n,i,t}$, тогда научно-технологические инновации влияют на перераспределительный характер трудовых ресурсов в экономике, т.к. колебания отраслевых ОФП с разным значением изменяют относительные цены на продукты и услуги, что приводит к перераспределению трудовых ресурсов.

Если $Z_{a,i,t} \geq Z_{m,i,t} / Z_{n,i,t}$, тогда в экономике i -о государства в t -м году произошло симметричное влияние научно-технологических инноваций на распределение трудовых ресурсов в экономике. Если $Z_{a,i,t} < Z_{m,i,t} / Z_{n,i,t}$, тогда в экономике i -о государства в t -м году произошло несимметричное влияние научно-технологических инноваций на распределение трудовых ресурсов в экономике.

Чтобы выяснить, равномерно или неравномерно влияют научно-технологические инновации на перераспределение трудовых ресурсов по секторам экономики относительно измерения совокупной ОФП, необходимо первоначально определить научно-технологические инновации, влияющие на общий $Z_{a,i,t}$ совокупной ОФП. Обозначим такие научно-технологические инновации, как $\alpha Z_{a,i,t}$ другие факторы (не научно-технологические инновации), влияющие на перераспределение

трудовых ресурсов, обозначим как $\alpha X_{a,i,t}$. Параметр $\alpha Z_{a,i,t}$ определяем путем запуска модели VAR с двумя лагами для 15-и государств (Бельгия, Великобритания, Германия, Дания, Ирландия, Испания, Италия, Канада, Нидерланды, Норвегия, Российская Федерация, Соединенные Штаты Америки, Франция, Швеция, Япония) с использованием годовых данных с 1995 по 2013 г. Данный параметр измеряется с учетом общей ОФП, общего количества отработанных часов и темпов роста производительности труда. Для анализа влияния научно-технологических инноваций на рынок труда использованы базы данных (EU KLEMS, 2012; EU KLEMS, 2018; OECD STAN, 2011; OECD STAN, 2016), а также данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат), которые предоставляют текущие ряды добавленной стоимости в национальной валюте и постоянных ценах, заработной платы и отработанного времени на уровне отрасли. Все показатели приведены к населению трудоспособного возраста. Хотя в этих базах данных содержится 51 отрасль торгуемого сектора экономики и 16 отраслей неторгуемого сектора экономики, полнота этих данных позволяет достоверно и точно проанализировать только 16 отраслей экономики.

Выборка для исследования включает 16 отраслей Международной стандартной отраслевой классификации ISIC-rev.3¹:

1. Торгуемый сектор экономики: сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство, рыболовство, добыча полезных ископаемых, транспорт, складирование, связь, электроснабжение, газоснабжение, водоснабжение, строительство, оптовая и розничная торговля, отели и рестораны, недвижимость (аренда и бизнес-услуги).

2. Неторгуемый сектор экономики: некоммерческие (социальные и бытовые) услуги.

Далее классифицируем эти отрасли как торгуемые (иногда в научной литературе используется термин «Торговая отрасль») или неторгуемые (иногда в научной литературе

¹ International standard industrial classification of all economic activities, third revision. URL: https://unstats.un.org/unsd/classifications/Econ/Download/In%20Text/ISIC_Rev_3_English.pdf (дата обращения 29.09.2023).

используется термин «Локальная отрасль»), ряды отраслевой добавленной стоимости в текущих (постоянных) ценах строятся путем суммирования добавленной стоимости в текущих (постоянных) ценах для всех подотраслей в секторе экономики.

Чтобы выявить влияние на рынок труда совокупных научно-технологических инноваций, необходимо установить ограничения на долгосрочную кумулятивную матрицу так, чтобы только инновации совокупной ОФП постоянно увеличивали параметр $Z_{a,i,t}$. Далее используем модель VAR с применением разложения Холлецкого (метода квадратного корня), которая содержит идентифицированные научно-технологические инновации $\alpha Z_{a,i,t}$, где первоначально они упорядочены по темпам роста торгуемой, неторгуемой и совокупной ОФП. Ранее в работах (Chang, Hong, 2006; Basu, Kimball, Fernald, 2006) было показано, что совокупные научно-технологические инновации на рынок труда влияют неравномерно: торгуемая ОФП увеличивается значительно больше, чем неторгуемая ОФП, а значит основным критерием определения симметричности и асимметричности такого влияния будет отношение вида $Z_{m,i,t} / Z_{n,i,t}$. Далее рассчитываем значения $Z_{m,i,t} / Z_{n,i,t}$ и сравниваем их с параметром $Z_{a,i,t}$ и определяем тип влияния научно-технологических инноваций на рынок труда.

На рисунке 1 представлен график отношения ОФП торгуемого сектора экономики к ОФП неторгуемого сектора экономики (или относительной производительности торгуемых товаров), показанного синей линией, в сравнении с долей рабочей силы в торгуемом секторе экономике, показанной черной линией. ОФП внешнеторговых товаров $Z_{m,i,t}$ и ОФП неторгуемого сектора экономики $Z_{n,i,t}$ являются остатками Солоу. Доля рабочей силы в торгуемом секторе экономики рассчитывается как отношение часов, отработанных в торгуемом секторе экономики, к общему количеству отработанных часов. Относительная производительность в торгуемом секторе экономики без тренда рассчитывается как разница между логарифмом фактического временного ряда для $Z_{m,i,t} / Z_{n,i,t}$ и тенденцией (зарегистрированной)

относительной производительности в торгуемом секторе экономики. Тенденция зарегистрированной относительной производительности в торгуемом секторе экономики идентифицируется путем применения фильтра Ходрика-Прескотта с параметром сглаживания $\lambda = 100$ (используются годовые данные) к (зарегистрированному) временному ряду $Z_{m,i,t} / Z_{n,i,t}$. Доля рабочих ресурсов в торгуемом секторе экономики рассчитывается как отношение между тенденцией доли труда в торгуемых товарах и общей фактической долей труда в экономике, т.е. $L_{m,t} / L_t$ и, параметр $L_{m,t}$ получен с применением фильтра Ходрика-Прескотта с параметром сглаживания $\lambda = 100$.

В таблице 1 представлены средние значения параметров экономик 15 государств с 1995 по 2013 гг., необходимые для расчёта взвешенного дифференциала роста производительности труда по уравнению (2).

При анализе данных отклонение ошибки прогноза для параметра $Z_{m,i,t} / Z_{n,i,t}$ составило 39,864%, параметра $Z_{a,i,t} - 50,445%$, для $L_{m,t} / L_t - 7,975%$.

При анализе данных по экономикам государств выявлено: совокупные научно-технологические инновации, приводящие в долгосрочной перспективе к увеличению параметра $Z_{a,i,t}$ на 1%, приводят также к увеличению параметра $Z_{n,i,t}$ на 0,8%; если научно-технологические инновации влияют симметрично на рынок труда, тогда отраслевая и совокупная ОФП увеличиваются на одинаковое значение.

После определения типа влияния научно-технологических инноваций на рынок труда в разных секторах экономики (симметричного и асимметричного) необходимо измерить вклад инноваций в совокупный рост ОФП, рассчитав разложение дисперсии ошибок прогноза. В нашем случае, при анализе данных отклонение ошибки прогноза для параметра $Z_{m,i,t} / Z_{n,i,t}$ составило 39,864%, параметра $Z_{a,i,t} = 50,445%$, для $L_{m,t} / L_t = 7,975%$.

Анализ эмпирических данных показывает, что научно-технологические инновации постоянно увеличивают торгуемую ОФП по сравнению с неторгуемой ОФП. Зная эти параметры, можно на этих эмпирических данных посредством

Изменение рынка труда при внедрении научно-технологических инноваций в экономику (зарубежный и отечественный опыт)

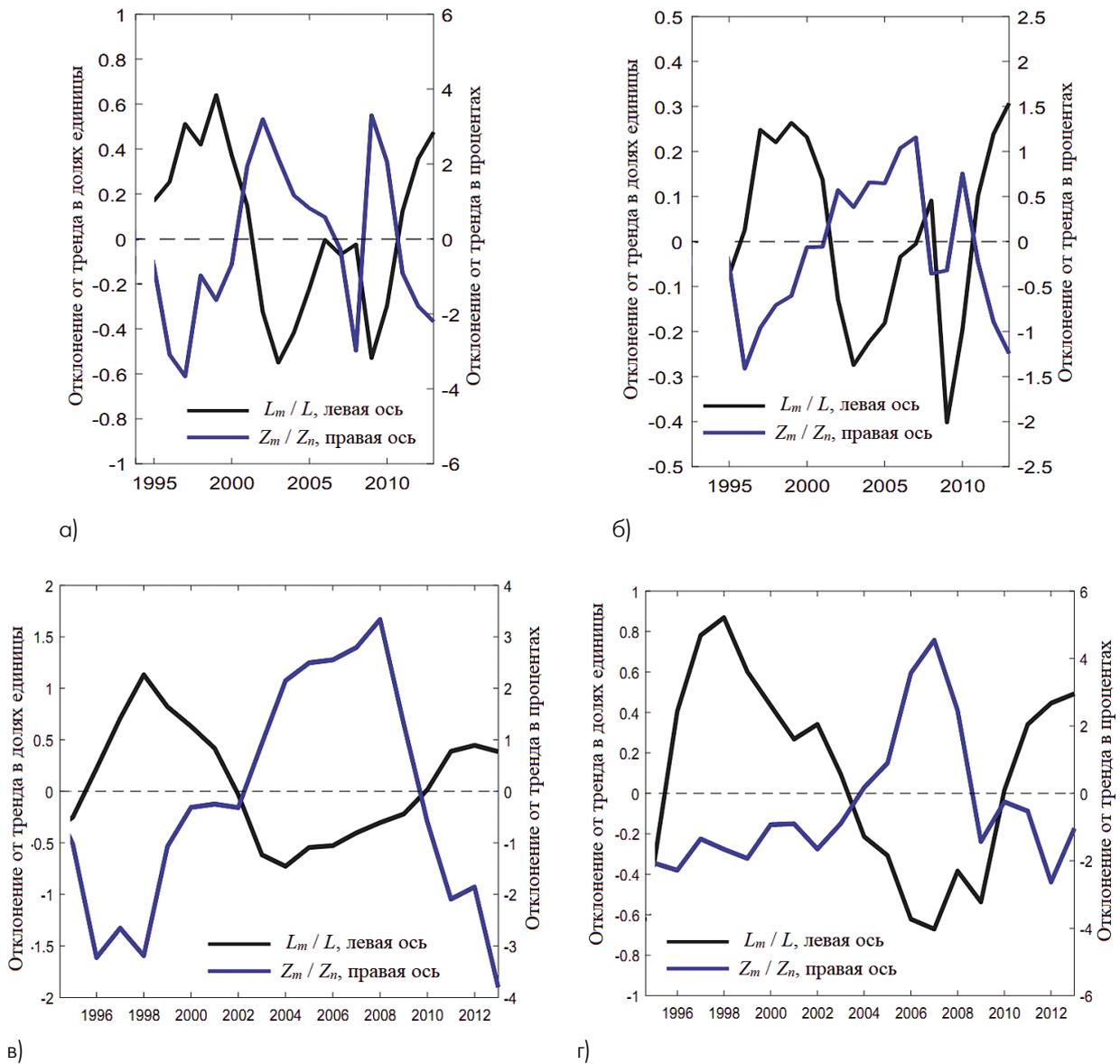


Рисунок 1. Относительная производительность и доля труда в торгуемом секторе экономики (1995–2013 гг.): а – США; б – страны Европейского союза; в – Великобритания; г – Российская Федерация
Figure 1. Relative productivity and share of labor in the tradable sector of the economy (1995–2013): а – USA; б – countries of the European Union; в – Great Britain; г – Russian Federation

Источник данных: (EU KLEMS, 2012; EU KLEMS, 2018; OECD STAN, 2011; OECD STAN, 2016), а также данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат)

изучения увеличения разницы в производительности труда по отраслям экономики определить веса, чтобы достичь экономически значимой нормализации. В этом случае получен следующий результат: экзогенный ИУТ (TOT, terms of trade index) предсказывает 1,2%-е увеличение

относительной цены товаров и услуг в неторгуемом секторе экономики в долгосрочной перспективе после 1,17%-й взвешенной разницы в производительности, и любое отклонение от этого равенства указывает на наличие трений и/или эндогенного ИУТ. Однако

Таблица 1. Средние данные по экономикам государств с 1995 по 2013 гг.
Table 1. Average data for state economies from 1995 to 2013

Страна	Средние значения параметров экономик с 1995 по 2013 гг.											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BEL	0,62	0,54	0,57	0,90	0,64	0,63	0,26	0,32	0,20	0,65	0,66	0,62
GBR	0,60	0,57	0,61	0,94	0,65	0,60	0,09	0,77	0,61	0,71	0,74	0,61
DEU	0,60	0,52	0,63	0,91	0,61	0,58	0,09	0,82	0,53	0,76	0,65	1,01
DNK	0,65	0,52	0,63	0,93	0,65	0,68	0,11	0,72	0,41	0,66	0,71	0,31
IRL	0,53	0,54	0,61	0,86	0,58	0,61	0,14	0,71	0,30	0,52	0,69	0,22
ESP	0,59	0,56	0,80	0,87	0,61	0,62	0,08	0,80	0,41	0,61	0,66	1,02
ITA	0,60	0,49	0,65	0,92	0,56	0,57	0,08	0,88	0,68	0,75	0,66	1,65
CAN	0,61	0,53	0,68	0,91	0,66	0,64	0,11	0,81	0,29	0,54	0,61	0,38
NLD	0,62	0,55	0,60	0,91	0,66	0,67	0,15	0,66	0,15	0,61	0,75	0,23
NOR	0,54	0,47	0,67	0,90	0,63	0,64	0,08	0,86	0,54	0,45	0,64	0,02
RUS	0,60	0,55	0,61	0,87	0,62	0,61	0,15	0,71	0,43	0,67	0,68	1,12
USA	0,67	0,60	0,55	0,90	0,70	0,66	0,06	0,88	0,78	0,61	0,63	3,23
FRA	0,67	0,51	0,64	0,91	0,64	0,64	0,08	0,81	0,62	0,72	0,68	1,42
SWE	0,63	0,55	0,48	0,91	0,65	0,63	0,11	0,75	0,66	0,66	0,75	0,53
JPN	0,59	0,59	0,58	0,91	0,60	0,63	0,04	0,91	0,92	0,60	0,65	0,88

Примечания. Страны: BEL – Бельгия, GBR – Великобритания, DEU – Германия, DNK – Дания, IRL – Ирландия, ESP – Испания, ITA – Италия, CAN – Канада, NLD – Нидерланды, NOR – Норвегия, RUS – Российская Федерация, USA – Соединенные Штаты Америки, FRA – Франция, SWE – Швеция, JPN – Япония. Номера столбцов: 1 – доля неторгуемых товаров в ВВП страны; 2 – доля не подлежащих продаже продуктов и услуг для потребления в ВВП страны; 3 – доля инвестиций в ВВП страны; 4 – доля государственных расходов в ВВП страны; 5 – доля неторговой экономики в ВВП страны; 6 – доля оплаты труда в неторговой экономике в ВВП страны; 7 – доля импорта в ВВП страны; 8 – внутренняя доля потребительских расходов в денежном объеме внешнеторговых товаров; 9 – доля инвестиционных расходов в денежном объеме внешне-торговых товаров; 10 – ДЗПЭ торгуемого сектора экономики; 11 – ДЗПЭ неторгуемого сектора экономики; 12 – эластичность предложения рабочей силы по отраслям.

Источник данных: (EU KLEMS, 2012; EU KLEMS, 2018; OECD STAN, 2011; OECD STAN, 2016), а также данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат)

научно-технологические инновации оказывают противоположное влияние на относительную цену товаров и услуг в неторгуемом секторе экономики после скачкообразного изменения производительности труда в экономике страны. Следовательно, на данном этапе исследования, нельзя сделать научно-обоснованный вывод о влиянии затрат на мобильность рабочей силы и/или эндогенные условия торговли, исходя из оценки VAR. В этом случае можно использовать взвешенный дифференциал роста производительности труда в экономике стран:

$$\bar{z}_{a.i,t} = \frac{Z_{m.i,t}}{1 + \beta_j \left(\frac{S_{m.L,i}}{S_{n.L,i}} - 1 \right)} - \frac{S_{m.L,i} Z_{n.i,t}}{S_{n.L,i} \left[1 + \beta_j \left(\frac{S_{m.L,i}}{S_{n.L,i}} - 1 \right) \right]}, \quad (2)$$

где β_j – торгуемая доля в общих инвестиционных расходах в j -м (параметр j принимает два

значения m или n) секторе экономики; $S_{m.L,i}$, $S_{n.L,i}$ – совокупный ДЗПЭ соответственно в торгуемых и неторгуемых секторах экономики i -го государства.

В уравнение (2) подставляются средние значения параметров β_j , $S_{m.L}$, $S_{n.L}$ за исследуемый период, в нашем случае – значения с 1995 по 2013 гг.

Чтобы эмпирически изучить влияние асимметричных научно-технологических инноваций на рынок труда необходимо использовать в модели VAR следующие параметры:

1. Чтобы обеспечить надежное соответствие между откликами отработанных часов по j -м секторам экономики и откликами общего количества отработанных часов, необходимо умножить отработанные часы трудовыми ресурсами в экономике на долю оплаты труда

Изменение рынка труда при внедрении научно-технологических инноваций
в экономику (зарубежный и отечественный опыт)

в соответствующем секторе экономики. Для экономики, где рабочие ресурсы несовершенно мобильны между её секторами, рост отработанных часов определим по формуле:

$$L_{a.i,t} = \gamma_{L.m,i} L_{m.i,t} + L_{n.i,t} - \gamma_{L.m,i} L_{n.i,t} \quad (3)$$

где $M_{a,i,t}$ – общий рост отработанных часов в i -м государстве в t -м году; $\gamma_{L.m,i}$ – доля оплаты труда в торгуемом секторе экономики, усредненная за период с 1995 по 2013 гг.; $L_{m,i,t}$, $L_{n,i,t}$ – рост отработанных часов в i -м государстве в t -м году соответственно в торгуемом и неторгуемом секторах экономики.

2. Чтобы оценить величину эффектов перераспределения трудовых ресурсов, вызванных асимметричными научно-технологическими инновациями, в модели VAR рассчитаем:

2.1) реакцию доли труда на научно-технологические инновации от разницы в производительности $d_{L.m,i,t}$ и $d_{L.n,i,t}$ в общем количестве отработанных часов:

$$\begin{aligned} d_{L.m,i,t} &= \gamma_{L.m,i} (L_{m,i,t} - L_{a,i,t}); \\ d_{L.n,i,t} &= \gamma_{L.n,i} (L_{n,i,t} - L_{a,i,t}), \end{aligned} \quad (4)$$

где $\gamma_{L.n,i}$ – доля оплаты труда в неторгуемом секторе экономики, усредненная за период с 1995 по 2013 гг.

2.2) изменение отраслевой добавленной стоимости $\delta X_{m,i,t}$ и $\delta X_{n,i,t}$ (в единицах ВВП), вызванное перераспределением производственных ресурсов:

$$\begin{aligned} d_{X.m,i,t} &= k_{m,i} \left(Z_{m,i,t} - Z_{a,i,t} + L_{m,i,t} - L_{a,i,t} + \right. \\ &+ \left. \frac{C_{m,i,t}}{L_{m,i,t}} - \frac{C_{a,i,t}}{L_{a,i,t}} - \frac{S_{m,L,i} C_{m,i,t}}{L_{m,i,t}} + \frac{S_{m,L,i} C_{a,i,t}}{L_{a,i,t}} \right); \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} d_{X.n,i,t} &= k_{n,i} \left(Z_{n,i,t} - Z_{a,i,t} + L_{n,i,t} - L_{a,i,t} + \right. \\ &+ \left. \frac{C_{n,i,t}}{L_{n,i,t}} - \frac{C_{a,i,t}}{L_{a,i,t}} - \frac{S_{n,L,i} C_{n,i,t}}{L_{n,i,t}} + \frac{S_{n,L,i} C_{a,i,t}}{L_{a,i,t}} \right), \end{aligned}$$

где $C_{a,i,t}$, $C_{m,i,t}$ – изменение (в большинстве случаев рост) основного капитала i -го государства в t -м году соответственно в торгуемом и неторгуемом секторах экономики.

2.3) изменение реального ВВП:

$$X_{R,i,t} = k_{m,i} X_{m,i,t} + X_{n,i,t} - k_{m,i} X_{n,i,t}, \quad (6)$$

где $X_{R,i,t}$ – изменение реального ВВП i -го государства в t -м году; $X_{m,i,t}$, $X_{n,i,t}$ – изменение добавленной стоимости в постоянных ценах i -го государства в t -м году соответственно в торгуемом и неторгуемом секторах экономики.

3. Параметры $Z_{m,i,t}$ и $Z_{n,i,t}$

Для того, чтобы идентифицировать изменения на рынке труда под воздействием научно-технологических инноваций на основе научных работ (Ngai, Pissarides, 2007; Lee, Wolpin, 2006; Dix-Carneiro, 2014) принимаем идентифицирующие научно-технологические инновации значения параметров на уровне значимости 10%, которые указаны в Таблице 2.

Чтобы изучить межнациональную связь между изменениями в доле рабочей силы в торгуемом секторе экономики и уровнем затрат на рабочую силу при перемещении трудовых ресурсов из секторов (торгуемой и неторгуемой) экономики, необходима мера измерения степени мобильности рабочей силы. Этой мерой является значение эластичности предложения рабочей силы по секторам экономики в каждом государстве. Мобильность трудовых ресурсов оцениваем через показатель (Рисунок 2) доли труда в торгуемом секторе экономики по отношению к эластичности (столбец 12 Таблица 1) предложения рабочей силы по отраслям.

Были проведены эмпирические исследования о перераспределительных эффектах в торгуемом секторе экономики, вызванных научно-технологическими инновациями. Анализ эмпирических исследований показал следующие закономерности:

1. При воздействии научно-технологических инноваций на торгуемый сектор экономики производительность труда в этом секторе как минимум скачкообразно увеличивается на 0,92% ($Z_{m,i,t} = 0,92$) и в течение 10 лет ежегодно увеличивается, как минимум, на 1,08%. Например, в некоторых анализируемых государствах ОФП торгуемого сектора экономики

Изменение рынка труда при внедрении научно-технологических инноваций
в экономику (зарубежный и отечественный опыт)

Таблица 2. Значения параметров экономики, идентифицирующие влияние научно-технологических инноваций на рынок труда

Table 2. Values of economic parameters identifying the impact of scientific and technological innovations on the labor market

Наименование параметра	Торгуемый сектор экономики	Неторгуемый сектор экономики
$Z_{m.i,t}$	Более 0,718	–
$Z_{n.i,t}$	–	Менее –0,18
$X_{m.i,t}$	Более 0,235	
$X_{n.i,t}$		Более 0,0116
$L_{m.i,t}$	Более 0,009	
$L_{n.i,t}$		Более 0,153
$d_{X_{m.i,t}}$	Более 0,141	
$d_{X_{n.i,t}}$		Менее –0,1371
$d_{L_{m.i,t}}$	Менее –0,051	
$d_{L_{n.i,t}}$		Более 0,58
$S_{m.L,i}$	Более 0,0962	
$S_{n.L,i}$		Более 0,073

Источник данных: (EU KLEMS, 2012; EU KLEMS, 2018; OECD STAN, 2011; OECD STAN, 2016), а также данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат)

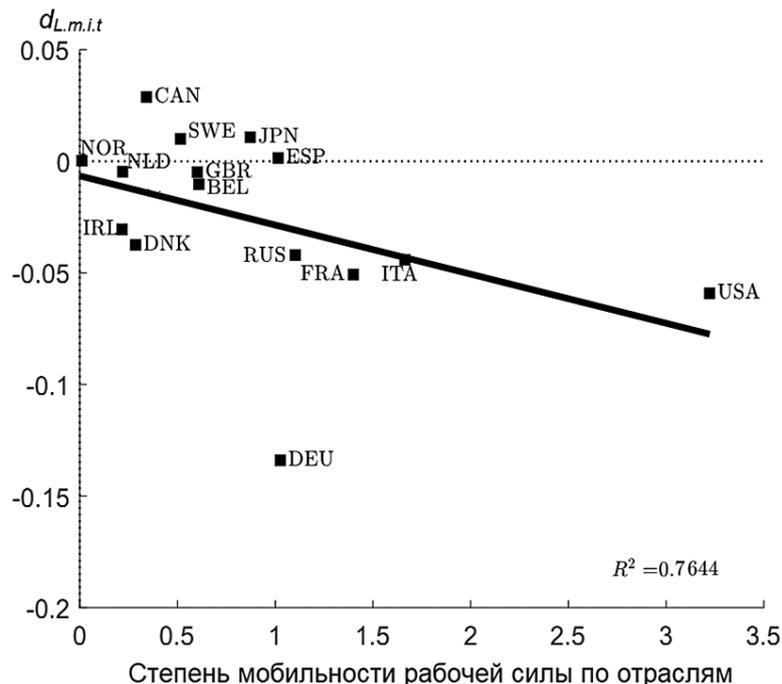


Рисунок 2. Доля труда в торгуемом секторе экономики по отношению к эластичности (столбец 12 Таблица 1) предложения рабочей силы в торгуемом секторе экономики

Figure 2. Share of labor in the tradable sector of the economy in relation to the elasticity (column 12 of Table 1) of labor supply in the tradable sector of the economy

Источник данных: (EU KLEMS, 2012; EU KLEMS, 2018; OECD STAN, 2011; OECD STAN, 2016), а также данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат)

Изменение рынка труда при внедрении научно-технологических инноваций
в экономику (зарубежный и отечественный опыт)

увеличивается на 0,73%, но такое увеличение не приводило к увеличению параметра $Z_{m,i}$ на 0,92%, и в этой стране не наблюдался массовый переход к использованию инновационных орудий производства в отличие от государств, где $Z_{m,i} \geq 0,92$.

2. Асимметричное влияние научно-технологических инноваций на рынок труда приводит в торгуемом секторе экономики к увеличению добавленной стоимости на 0,26% ВВП. В неторгуемом секторе экономики добавленная стоимость остается практически неизменной. При этом значение параметра $X_{R,i,t}$ стабилизируется на уровне 0,138...0,146% ВВП через 22–26 месяцев. Следовательно, можно заключить, что реакция отраслевой добавленной стоимости в торгуемом и неторгуемом секторах экономики остается постоянной через 22–26 месяцев. Параметр $L_{n,i,t}$ скачкообразно увеличивается на 0,11% от общего количества отработанных часов и увеличивается каждый год на 0,146% в долгосрочной перспективе. Рабочие ресурсы перемещаются из торгуемого сектора экономики в неторгуемый сектор, т.к. доля рабочих ресурсов в торгуемом секторе экономики, определяемая параметром $\gamma_{L,m,i,t}$ снижается каждый год в долгосрочной перспективе на 0,048% от общего количества отработанных часов.

3. Научно-технологические инновации, приводящие к повышению производительности труда, увеличивают избыточный спрос на товары в неторгуемом секторе экономики. Это увеличивает цену товаров и услуг в неторгуемом секторе экономики, как минимум, на 0,98%.

4. Увеличение параметра $Z_{m,i,t}$ более чем на 0,92% приводит к тому, что величина относительного повышения цен превышает разницу в производительности. В этом случае доля товаров неторгуемого сектора экономики увеличивается, что оказывает положительное (стимулирующее) воздействие на найм трудовых ресурсов в неторгуемом секторе экономики, т.е. в этом секторе увеличивается количество рабочих мест с одновременным повышением заработной платы.

5. Экспериментальные данные согласуются с неоклассическими моделями развития

отраслей экономики, в которых прирост производительности труда зависит от сектора экономики, а эластичность замещения в области потребительских товаров стабильно меньше единицы. Это приводит к тому, что в неторгуемом секторе экономики устанавливаются более высокие цены на продукцию и услуги, что необходимо сделать для компенсации падения производительности труда в этом секторе экономики. Однако непропорциональное увеличение цен на товары и услуги в неторгуемом секторе экономики приводит к перемещению трудовых ресурсов в этот сектор, что снижает рост доли добавленной стоимости товаров и услуг в торгуемом секторе экономики, и приводит к снижению доли добавленной стоимости на товары и услуги в неторгуемом секторе экономики.

6. Постоянное (устойчивое) увеличение ОФП товаров и услуг в торгуемом секторе экономике на 1,1% по сравнению с увеличением ОФП товаров и услуг в неторгуемом секторе экономики приводит к значительному снижению ИУТ более чем на 0,42%. Это приводит к удешевлению отечественных товаров в государстве. Более низкие цены на товары и услуги оказывают положительное воздействие на найм трудовых ресурсов в торгуемом секторе экономики. Таким образом, ухудшение ИУТ обеспечивает защитительные меры для оттока рабочих ресурсов из торгуемого сектора экономики. Перемещение рабочих ресурсов в неторгуемый сектор экономики также дополнительно сдерживается издержками на мобильность рабочих ресурсов. Это обуславливается тем, что издержки мобильности обеспечивают положительный рост заработных плат в неторгуемом секторе экономики минимум на 0,06% в год в долгосрочной перспективе и снижение заработной платы в торгуемом секторе экономики на 0,118%.

7. Согласно анализу данных, на основе которых построен рисунок 2, доля рабочих ресурсов в торгуемом секторе экономики снижается больше в тех государствах, где ниже затраты на мобильность рабочих ресурсов (т.е. эластичность (столбец 12 Таблица 1) предложения

рабочей силы по торгуемому сектору экономики принимает более высокие значения).

8. Низкая эластичность замещения между отраслевыми товарами приводит к перемещению трудовых ресурсов в сектор экономики с низким ростом ОФП. Это смягчает снижение их доли в добавленной стоимости. Следовательно, чем меньше трудовых ресурсов перемещается в неторгуемый сектор экономики, и эластичность замещения в торгуемом секторе экономики больше чем в неторгуемом секторе экономики, тогда наблюдается значительное снижение доли добавленной стоимости в товарах и услугах неторгуемого сектора экономики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование влияния научно-технологических инноваций на рынок труда для 15 развитых государств мира (в том числе Российской Федерации) с открытой экономикой за период с 1995 по 2013 гг. по 16 отраслям экономики позволило сделать следующие выводы:

1. Эмпирически определено: если научно-технологические инновации влияют на рынок труда, тогда ОФП в торгуемом секторе экономики увеличивается значительно больше, чем в неторгуемом секторе экономики. ОФП в торгуемом секторе экономики увеличился более чем на 40% в сравнении с увеличением ОФП неторгуемого сектора экономики за период с 1995 по 2013 гг. Такое устойчивое увеличение приводит к тому, что доля товаров торгуемого сектора экономики в реальном ВВП увеличивается, но доля трудовых ресурсов в торгуемом секторе экономики снижается из-за их перемещения в неторгуемый сектор экономики.

2. Количественный анализ с использованием метода VAR показывает, что низкая взаимозаменяемость товаров и услуг в торгуемом и неторгуемом секторах экономики

относительно потребления и финансовой открытости приводит к тому, что модель VAR предсказывает изменение рынка труда при вводе на рынок научно-технологических инноваций на уровне точности 92%.

3. Поскольку товары и услуги торгуемого сектора экономики, производимые внутри государства и за рубежом, являются валовыми заменителями, ухудшение параметра ИУТ стимулирует найм трудовых ресурсов в торгуемом секторе экономики. Это приводит к замедлению перемещения трудовых ресурсов в неторгуемый сектор экономики. Наличие затрат на мобильность трудовых ресурсов, что дал анализ моделирования VAR, приводит к отраслевому разрыву в заработной плате и ухудшает параметр ИУТ, что еще больше затрудняет перераспределение трудовых ресурсов между торгуемым и неторгуемым секторами экономики.

Исследование было проведено только для открытой экономики, в которой имеются два различных сектора экономики – торгуемый и неторгуемый сектора экономики.

Проведенные исследования анализа влияния научно-технологических инноваций на рынок труда в разных секторах экономики позволяют не только лучше понимать изменения рынка труда и экономических показателей государств, но достаточно точно и надежно прогнозировать эти показатели в перспективе до 15 лет. Для экономики Российской Федерации данное исследование даёт один из критериев оценки степени влияния научно-технологических инноваций на развитие отраслей экономики, позволяет с погрешностью до 8% оценить градиент и скорость перемещения трудовых ресурсов по отраслям экономики с лагом до 15 лет, предсказать повышение ВВП и его структуру от скорости и масштаба внедрения научно-технологических инноваций в экономику государства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Alvarez-Cuadrado F., Long N.V., Poschke M.* Capital-labor substitution, structural change and the labor income share. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 87, P. 206–231. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2017.12.010>.

Изменение рынка труда при внедрении научно-технологических инноваций
в экономику (зарубежный и отечественный опыт)

2. *Arellano C., Bai Y., Mihalache G.* Default Risk, Sectoral Reallocation, and Persistent Recessions. *Journal of International Economics*, Vol. 112, P. 182–199. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2018.01.004>.
3. *Basu S., Kimball M.S., Fernald J.G.* Are Technology Improvements Contractionary? *American Economic Review*, Vol. 96, No 5, P. 1418–1448. doi: 10.1257/aer.96.5.1418.
4. *Benigno G., Fornaro L.* The Financial Resource Curse. *Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 116, No 1, P. 58–86. <https://doi.org/10.1111/sjoe.12047>.
5. *Chang Y., Hong J.H.* Do Technological Improvements in the Manufacturing Sector Raise or Lower Employment? *American Economic Review*, Vol. 96, No 1, P. 352–368. doi: 10.1257/000282806776157687.
6. *Chen K., Wemy E.* Investment-specific technological changes: The source of long-run TFP fluctuations. *European Economic Review*, Vol. 80, P. 230–252. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2015.10.002>.
7. *Collard F., Dellas H.* Technology Shocks and Employment. *The Economic Journal*, Vol. 117, No 523, P. 1436–1459. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2007.02090.x>.
8. *Delgado M., Porter M.E., Stern S.* Defining clusters of related industries. *Journal of Economic Geography*, Vol. 16, No 1, P. 1–38. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbv017>.
9. *Dix-Carneiro R.* Trade Liberalization and Labor Market Dynamics. *Econometrica*. Vol. 82, No 3, P. 825–885. doi: 10.3982/ECTA10457.
10. *Dogan E., Altinoz B., Tzeremes P.* The analysis of ‘Financial Resource Curse’ hypothesis for developed countries: Evidence from asymmetric effects with quantile regression. *Resources Policy*, Vol. 68, P. 101773. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101773>.
11. EU KLEMS2012 / DataverseNL. <https://dataverse.nl/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.34894/FZRMHU>.
12. EU KLEMS2018 / DataverseNL. <https://dataverse.nl/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.34894/6GDD7Q>.
13. *Foerster A.T., Sarte P.-D.G., Watson M.W.* Sectoral versus Aggregate Shocks: A Structural Analysis of Industrial Production. *Journal of Political Economy*, Vol. 119, P. 1–38. <https://doi.org/10.1086/659311>.
14. *Gali J.* (1999). Technology, Employment, and the Business Cycle: Do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations? *American Economic Review*, Vol. 89, No 1, P. 249–271. doi: 10.1257/aer.89.1.249.
15. *Gali J., & Rabanal P.* Technology Shocks and Aggregate Fluctuations: How Well Does the Real Business Cycle Model Fit Postwar U.S. Data? *NBER Macroeconomics Annual*, Vol. 19, P. 225–288. <http://www.jstor.org/stable/3585339>.
16. *Garin J., Pries M.J., Sims E.R.* The Relative Importance of Aggregate and Sectoral Shocks and the Changing Nature of Economic Fluctuations. *American Economic Journal: Macroeconomics*, Vol. 10, No 1, P. 119–148. doi: 10.1257/mac.20140089.
17. *Helpman E., Krugman P.R.* Market structure and foreign trade: Increasing returns, imperfect competition, and the international economy. Cambridge, MA: MIT Press. 283 pp.
18. *Holly S., Petrella O.* Factor Demand Linkages, Technology Shocks, and the Business Cycle. *Review of Economics and Statistics*, Vol. 94, No 4, P. 948–963. https://doi.org/10.1162/REST_a_00253.
19. *Kehoe T.J., Ruhl K.J.* Sudden Stops, Sectoral Reallocations, and the Real Exchange Rate. *Journal of Development Economics*, Vol. 89, No 2, P. 235–249. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2009.01.003>.
20. *Kehoe T.J., Ruhl K.J., Steinberg J.B.* Global Imbalances and Structural Change in the United States. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*, Vol. 126, No 2, P. 761–796. doi: 10.3386/w19339.
21. *Lee D., Wolpin K.* Intersectoral Labor Mobility and the Growth of the Service Sector. *Econometrica*, Vol. 74, P. 1–46. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2006.00648>.
22. *Liu L., Wu C., Zhu Y.* Employment Effect of Structural Change in Strategic Emerging Industries. *Processes*, Vol. 11, No 2, P. 599. <https://doi.org/10.3390/pr11020599>.
23. *Matsuyama K.* (2009). Structural Change in an Interdependent World: A Global View of Manufacturing Decline. *Journal of the European Economic Association*, Vol. 7, No 2/3, P. 478–486. <http://www.jstor.org/stable/40282765>.
24. *Ngai L.R., Pissarides C.A.* Structural Change in a Multisector Model of Growth. *American Economic Review*, Vol. 97, No 1, P. 429–443. doi: 10.1257/aer.97.1.429.
25. OECD STAN2011 <https://www.oecd.org/industry/ind/stanstructuralanalysisdatabase.htm>.
26. OECD STAN2016 https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=STANI4_2016.
27. *Porter M.* The economic performance of regions. *Regional studies*, Vol. 37, No 6–7, P. 549–578. <https://doi.org/10.1080/0034340032000108688>.
28. *Ramey V.* Macroeconomic Shocks and Their Propagation. *Handbook of Macroeconomics*, Vol. 2, P. 71–162. <https://doi.org/10.1016/bs.hesmac.2016.03.003>.
29. *Świącki T.* Determinants of structural change. *Review of Economic Dynamics*, Vol. 24, P. 95–131. <https://doi.org/10.1016/j.red.2017.01.007>.

Информация об авторе

Ерохин Виктор Викторович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры “Математические методы и бизнес-информатика” Московского государственного института (университет) международных отношений Министерства иностранных дел Российской Федерации, профессор кафедры “Инновационное предпринимательство” Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана; SPIN-код РИНЦ 8268–7382, Scopus Author ID: 57195330507, ORCID: 0000-0002-8754-0012 (Российская Федерация, 143007, Московская обл., г. Одинцово, Можайское шоссе, д.30, кв. 52; erohinv@mail.ru).

REFERENCES

1. *Alvarez-Cuadrado, F., Long, N.V., Poschke, M.* (2018). Capital-labor substitution, structural change and the labor income share. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 87, 206–231. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2017.12.010>.
2. *Arellano, C., Bai, Y., Mihalache G.* (2018). Default Risk, Sectoral Reallocation, and pPersistent Recessions. *Journal of International Economics*, 112, 182–199. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2018.01.004>.
3. *Basu, S., Kimball, M.S., Fernald, J.G.* (2006). Are Technology Improvements Contractionary? *American Economic Review*, 96(5), 1418–1448. doi: 10.1257/aer.96.5.1418.
4. *Benigno, G., Fornaro, Luca* (2014). The Financial Resource Curse. *Scandinavian Journal of Economics*, 116(1), 58–86. <https://doi.org/10.1111/sjoe.12047>.
5. *Chang, Y., Hong, J.H.* (2006). Do Technological Improvements in the Manufacturing Sector Raise or Lower Employment? *American Economic Review*, 96 (1), 352–368. doi: 10.1257/000282806776157687.
6. *Chen, K., Wemy, E.* (2015). Investment-specific technological changes: The source of long-run TFP fluctuations. *European Economic Review*, 80, 230–252. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2015.10.002>.
7. *Collard, F., Dellas, H.* (2007). Technology Shocks and Employment. *The Economic Journal*, 117 (523), 1436–1459. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2007.02090.x>.
8. *Delgado, M., Porter, M.E., Stern, S.* (2016). Defining clusters of related industries. *Journal of Economic Geography*, 16 (1), 1–38. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbv017>.
9. *Dix-Carneiro, R.* (2014). Trade Liberalization and Labor Market Dynamics. *Econometrica*, 82(3), 825–885. doi: 10.3982/ECTA10457.
10. *Dogan, E., Altinoz, B., Tzeremes, P.* (2020). The analysis of ‘Financial Resource Curse’ hypothesis for developed countries: Evidence from asymmetric effects with quantile regression. *Resources Policy*, 68, 101773. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101773>.
11. EU KLEMS2012 / DataverseNL. <https://dataverse.nl/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.34894/FZRMHU>.
12. EU KLEMS2018 / DataverseNL. <https://dataverse.nl/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.34894/6GDD7Q>.
13. *Foerster, A.T., Sarte, P. – D.G., Watson, M.W.* (2011). Sectoral versus Aggregate Shocks: A Structural Analysis of Industrial Production. *Journal of Political Economy*, 119, 1–38. <https://doi.org/10.1086/659311>.
14. *Gali, J.* (1999). Technology, Employment, and the Business Cycle: Do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations? *American Economic Review*, 89(1), 249–271. doi: 10.1257/aer.89.1.249.
15. *Gali, J., & Rabanal, P.* (2004). Technology Shocks and Aggregate Fluctuations: How Well Does the Real Business Cycle Model Fit Postwar U.S. Data? *NBER Macroeconomics Annual*, 19, 225–288. <http://www.jstor.org/stable/3585339>.
16. *Garin, J., Pries, M.J., Sims, E.R.* (2018). The Relative Importance of Aggregate and Sectoral Shocks and the Changing Nature of Economic Fluctuations. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 10(1), 119–148. doi: 10.1257/mac.20140089.
17. *Helpman, E., Krugman, P.R.* (1985). *Market structure and foreign trade: Increasing returns, imperfect competition, and the international economy.* Cambridge, MA: MIT Press. – 283 pp.
18. *Holly, S., Petrella, O.* (2012). Factor Demand Linkages, Technology Shocks, and the Business Cycle. *Review of Economics and Statistics*, 94(4), 948–963. https://doi.org/10.1162/REST_a_00253.
19. *Kehoe, T.J., Ruhl K.J.* (2009). Sudden Stops, Sectoral Reallocations, and the Real Exchange Rate. *Journal of Development Economics*, 89(2), 235–249. <https://doi.org/10.1016/j.jdevco.2009.01.003>.
20. *Kehoe, T.J., Ruhl, K.J., Steinberg, J.B.* (2018). Global Imbalances and Structural Change in the United States. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*, 126(2), 761–796. doi: 10.3386/w19339.
21. *Lee, D., Wolpin, K.* (2006). Intersectoral Labor Mobility and the Growth of the Service Sector. *Econometrica*, 74, 1–46. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2006.00648>.

Изменение рынка труда при внедрении научно-технологических инноваций
в экономику (зарубежный и отечественный опыт)

22. *Liu, L., Wu, C., Zhu, Y.* (2023). Employment Effect of Structural Change in Strategic Emerging Industries. *Processes*, 11, 599. <https://doi.org/10.3390/pr11020599>.
23. *Matsuyama, K.* (2009). Structural Change in an Interdependent World: A Global View of Manufacturing Decline. *Journal of the European Economic Association*, 7(2/3), 478–486. <http://www.jstor.org/stable/40282765>.
24. *Ngai, L.R., Pissarides, C.A.* (2007). Structural Change in a Multisector Model of Growth. *American Economic Review*, 97 (1): 429–443. doi: 10.1257/aer.97.1.429.
25. OECD STAN. (2011). <https://www.oecd.org/industry/ind/stanstructuralanalysisdatabase.htm>.
26. OECD STAN. (2016). https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=STANI4_2016.
27. *Porter, M.* (2003). The economic performance of regions. *Regional studies*, 37(6–7), 549–578. <https://doi.org/10.1080/0034340032000108688>.
28. *Ramey, V.* (2016). Macroeconomic Shocks and Their Propagation. *Handbook of Macroeconomics*, 2, 71–162. <https://doi.org/10.1016/bs.hesmac.2016.03.003>.
29. *Świącki, T.* (2017). Determinants of structural change. *Review of Economic Dynamics*, 24, 95–131. <https://doi.org/10.1016/j.red.2017.01.007>.

Author

Viktor V. Erokhin – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Mathematical Methods and Business Informatics of the Moscow State Institute (University) of International Relations of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation, Professor of the Department of Innovative Entrepreneurship of Bauman Moscow State Technical University; SPIN code RSCI 8268–7382, Scopus Author ID: 57195330507, ORCID: 0000-0002-8754-0012 (Russian Federation, 143007, Moscow region, Odintsovo, Mozhaiskoe highway, 30, apt. 52; erohinv@mail.ru).

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received) 06.11.2023

Поступила после рецензирования (Revised) 29.11.2023

Принята к публикации (Accepted) 01.12.2023