

А.Р. Саяпова

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ В ОЦЕНКЕ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПОНЕНТЫ МАКРОСТРУКТУРНОГО ПРОГНОЗА<sup>1</sup>

*В статье рассматриваются подходы к количественному измерению параметров технологического развития на основе технологических коэффициентов межотраслевого баланса и возможности их применения в оценке количественных характеристик научно-технологических прогнозов<sup>2</sup>.*

Согласно Федеральному закону о стратегическом планировании [2], перечень документов, разрабатываемых на федеральном уровне, начинается с прогноза научно-технологического развития Российской Федерации, предваряющего долгосрочное прогнозирование социально-экономического развития. Сложность разработки данных прогнозов естественным образом порождает различные подходы к решению возникающих при этом задач. Превалирующим подходом считается экспертный. Однако они не исключают необходимости применения количественных методов и эмпирического материала в оценке технологического и долгосрочного развития экономики. Основоположник метода «затраты-выпуск» В. Леонтьев в своих трудах, посвященных проблемам долгосрочного и технологического прогнозирования, сравнивая описание технологии, определяющей функционирование данной отрасли и ее связи с другими секторами экономики, писал: «...прогресс в технологии можно представить как изменение рецепта<sup>3</sup>» [3, с. 205]. Характеризуя содержание раздела, посвященного долгосрочным прогнозам, он отмечал: «каждая из глав сконцентрирована на создании и использовании конкретного набора технологий ... путем изменения технологических коэффициентов, описывающих экономику» [3, с. 355].

В трудах современных российских исследователей, можно найти подтверждения подобной точки зрения. Например, в работе [4, с. 14] отмечается: «... естественным способом количественного описания технологии производства отдельного продукта (т.е. производственного процесса, в котором расходуются различные виды материальных ресурсов) является совокупность удельных коэффициентов затрат топлива, сырья, энергии, труда, оборудования (технологических коэффициентов – А. С.<sup>4</sup>). Соответственно эволюция технологии – изменение во времени этих коэффициентов».

Таким образом, в целом можно утверждать, что движение в структуре затрат национальных экономик в расчете на суммарный выпуск и на выпуски отдельных

---

<sup>1</sup> Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-32-00063 «Инструментарий количественной оценки и прогнозирования межотраслевых эффектов структурных изменений на основе мировых и национальных моделей межотраслевого баланса»).

<sup>2</sup> Данная работа является продолжением исследований, связанных с оценкой вклада технологического фактора в экономическую динамику [1].

<sup>3</sup> Структуру затрат на производство В. Леонтьев сравнивал с кулинарным рецептом.

<sup>4</sup> Здесь и далее под технологическими коэффициентами понимаются коэффициенты прямых затрат сырья, материалов, комплектующих, услуг на единицу выпуска соответствующей продукции, оцениваемые на основе национальных и мировых межотраслевых балансов (МОБ). Термин «удельные затраты» считается синонимом технологических коэффициентов.

отраслей является несомненным показателем технологического развития. Понятно, что тотальный прогноз технологических коэффициентов (тем более на долгосрочную перспективу) – задача труднорешаемая даже для крупных коллективов исследователей. Трудность прогнозирования технологических коэффициентов не отменяет возможности извлечения полезной информации из такой обширной базы данных, как мировой межотраслевой баланс и совокупность национальных балансов.

Данная работа нацелена на оценку динамики технологических коэффициентов, определяющих перспективы российской экономики. Соответственно в поле зрения попадают технологические коэффициенты, характеризующие как отечественную экономику, так и стран-партнеров России. Анализ структуры затрат развитых стран предполагает их использование в качестве «своего рода бенчмаркинга – образца для прогнозирования будущих технологических изменений в экономике России» [5, с. 18]. Анализ технологических коэффициентов стран-партнеров необходим для оценок перспектив внешнеэкономических связей России, а также технологического лага между Россией и другими странами.

Несмотря на всю ценность информации, сконцентрированной в технологических коэффициентах, нельзя утверждать, что анализ динамики этих коэффициентов в технологическом прогнозировании российской экономики играет заметную роль. Возможным объяснением этого является весьма «небогатая» статистическая база российских таблиц «затраты-выпуск».

**Статистическая база технологических коэффициентов.** Общеизвестно, что опубликованный Росстатом временной ряд таблиц «затраты-выпуск» для РФ, включающий 1995-2003 гг., основан на обследовании структуры затрат за 1995 г.<sup>5</sup> Уровень агрегирования указанных таблиц составляет 22 отрасли по ОКОНХ.

В последнее время в открытом доступе в сети Интернет появились международные базы данных таблиц «затраты-выпуск», такие как WIOD, базы данных ОЭСР, EXIOBASE. В них опубликованы как мировые таблицы «затраты-выпуск», так и таблицы отдельных стран, в том числе российские. Конечно, исходная статистическая информация для построения российских таблиц так же бедна, как и для опубликованных Росстатом таблиц. Таблицы же для многих других стран опираются на солидную статистическую базу. Например, для США и большинства стран ЕС – это ежегодные таблицы ресурсов и использования, составленные по результатам обследования структуры затрат.

В табл. 1 приведен перечень исходных статистических данных, использованных для разработки мировых и национальных таблиц «затраты-выпуск» WIOD за 1995-2011 гг. Для краткости в табл. 1 приведены данные не для всех стран. Но и в полном перечне стран (40+) Россия является единственной страной, для которой таблицы ресурсов и использования представлены всего за один год. В расширенном варианте базы данных WIOD, дополнительно включающей сопоставимые временные ряды таблиц за 2000-2014 гг., ее разработчики не рекомендовали пользоваться обновленными российскими таблицами за 2000-2014 гг. для анализа структурных параметров национальной экономики, подчеркнув надежность лишь статистических данных, характеризующих внешнеэкономическую деятельность России [6, с. 60].

В данной работе выполнен анализ динамики технологических коэффициентов не только для России, но и для ее стран-партнеров. Объясняется это не только большей надежностью технологических коэффициентов других стран, но и усложнением разработки технологических прогнозов в связи с процессами глобализации.

<sup>5</sup> Статья поступила в редакцию до публикации Росстатом 30.03.2017 таблиц «затраты-выпуск» за 2011 и 2014 г.

Таблица 1

## Национальные таблицы ресурсов и использования и таблицы «затраты-выпуск», примененные для построения WIOD\*

Страна	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Австралия		SUT (106c x 106i)							SUT (233c x 53i)	SUT (233c x 53i)			
Австрия	SUT (59c x 59i)		SUT (59c x 59i)		SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)		
Бразилия						SUT (110c x 55i)	SUT (110c x 55i)	SUT (110c x 55i)	SUT (110c x 55i)	SUT (110c x 55i)	SUT (110c x 55i)		
Канада			SUT (473c x 122i)	SUT (473c x 122i)	SUT (473c x 122i)	SUT (473c x 122i)	SUT (473c x 122i)	SUT (473c x 122i)	SUT (473c x 122i)	SUT (473c x 122i)	SUT (473c x 122i)		
Китай			SUT (40c x 40i) & IO (124c x 124c)					SUT (42c x 42i) & IO (122c x 122c)					SUT (42c x 42i) & IO (135c x 135c)
Дания		SUT (59c x 59i)			SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)		
Эстония			SUT (59c x 59i)		SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)		
Финляндия	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)		
Франция	SUT (59c x 59i)		SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)		
Германия	SUT (59c x 59i)		SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)		
Индия				SUT (115c x 115i)					SUT (130c x 130i)				
Италия	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)		
Нидерланды	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)		
Россия	SUT (110c x 59i)												
Великобритания	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)	SUT (59c x 59i)				
США	SUT (130c x 130i)	SUT (66c x 65i)	SUT (66c x 65i)	SUT (66c x 65i)	SUT (66c x 65i)	SUT (66c x 65i)	SUT (66c x 65i)	SUT (66c x 65i)	SUT (66c x 65i)	SUT (66c x 65i)	SUT (66c x 65i)		

\* В ячейках указаны источники данных -- таблицы ресурсов использования (SUT) или затраты-выпуск (I-O) за соответствующие годы и их размерность.

Источник: база данных WIOD, [7].

Проведенный межстрановой анализ согласуется с необходимыми параметрами прогноза научно-технологического развития, предусматривающими «...оценку достигнутого уровня и возможностей научно-технологического развития Российской Федерации в сопоставлении с мировыми тенденциями; анализ и прогноз внешних условий и тенденций научно-технологического развития Российской Федерации» [2].

**Экономико-технологические аналогии.** Применение метода экономико-технологических аналогий в научно-технологическом прогнозировании рассмотрим на примере отрасли «химическое производство», которая является представителем отрасли со средним уровнем технологий (среднетехнологичная отрасль), по месту, занимаемому в экономике (доле в сумме выпусков во многих странах), во многом повторяющемуся в разных странах ассортименту продуктов отрасли. Ниже приведены значения первых восьми наиболее крупных коэффициентов прямых затрат на производство химической продукции в сопоставимых ценах (технологические коэффициенты) за 1995 и 2009 г.<sup>6</sup> для РФ и США (табл. 2).

Таблица 2

## Коэффициенты прямых затрат на химическое производство

РФ				США			
1995 г.		2009 г.		1995 г.		2009 г.	
Химикаты, химические продукты и искусственные волокна	0,199	Химикаты, химические продукты и искусственные волокна	0,191	Химикаты, химические продукты и искусственные волокна	0,250	Химикаты, химические продукты и искусственные волокна	0,288
Электрическая энергия, газ, пар и горячая вода	0,120	Электрическая энергия, газ, пар и горячая вода	0,078	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы	0,072	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы	0,089
Сырая нефть и природный газ	0,056	Оптовая торговля	0,068	Оптовая торговля	0,055	Оптовая торговля	0,071
Оптовая торговля	0,047	Розничная торговля	0,037	Электрическая энергия, газ, пар и горячая вода	0,029	Электрическая энергия, газ, пар и горячая вода	0,038
Розничная торговля	0,028	Вспомогательные транспортные услуги	0,029	Нефтепродукты, кокс	0,024	Сырая нефть и природный газ	0,029
Нефтепродукты, кокс	0,027	Сырая нефть и природный газ	0,02	Сырая нефть и природный газ	0,022	Сырая нефть и природный газ	0,025
Вспомогательные транспортные услуги	0,022	Основные металлы	0,019	Сухопутный и трубопроводный транспорт	0,022	Нефтепродукты, кокс	0,019
Основные металлы	0,019	Нефтепродукты, кокс	0,016	Резиновые и пластмассовые изделия	0,020	Сухопутный и трубопроводный транспорт	0,017

Приведенные данные достаточно ясно показывают как временную, так и пространственную вариацию технологии производства. На первом месте по величине для всех четырех наборов технологических коэффициентов находится показатель внутреннего оборота отрасли, как правило, показывающий глубину переработки. В США этот показатель существенно выше, чем в РФ (соответственно 0,250 – в 1995 г. и 0,288 – в 2009 г.). В РФ затраты химической продукции на единицу химической продукции за 1995 г. составили 0,199, за 2009 – 0,191: и динамика, и сравнительный уровень достаточно показательны. Следующие по величине удельные затраты на химическое производство в двух странах кардинально различаются.

<sup>6</sup> Выбор 2009 г. определяется информационными ограничениями: наличием отраслевых индексов цен по всем странам и надежностью информации для РФ в базе данных WIOD.

Перечень первых восьми коэффициентов (три из которых различные виды торговых и транспортных услуг) для РФ с течением времени не меняется и включает основные виды первичных ресурсов<sup>7</sup>, применяемых в химическом производстве. Известно, что одним из показателей технологического прогресса считается эффективность использования первичных ресурсов. Сумма удельных затрат первичных ресурсов (наибольших восьми коэффициентов) за 1995 и 2009 гг. составляет 0,421 и 0,392 соответственно. В США аналогичные показатели составляют 0,345 и 0,361. Если судить только по этому показателю, казалось бы, положительная динамика наблюдается в России (хотя его уровень выше, чем в США). Но незначительный рост удельных затрат первичных ресурсов для США полностью перекрывается ростом внутриотраслевого потребления, означающего увеличение глубины переработки (рост равен 0,038). Снижение же энергоемкости в РФ, за счет которого уменьшилась сумма первичных ресурсов, объясняется восстановительным ростом химической отрасли. Таким образом, положительным технологическим сдвигом в потреблении первичных ресурсов российской химической промышленностью можно признать только снижение энергоемкости. В целом в затратах сузилась энергосырьевая часть, и возросла доля торгово-транспортных услуг.

Неоспоримым показателем технологического развития, дополняющим эффективность использования первичных ресурсов, является наукоемкость производства. В наших исследованиях этот показатель складывается из трех компонент: «научные исследования и разработки» (ИиР), «наукоемкие бизнес-услуги», «деятельность, связанная с использованием вычислительной техники и информационных технологий». В первую восьмерку технологических коэффициентов американской химической промышленности входят затраты на ИиР и наукоемкие бизнес-услуги. Их сумма с 1995 по 2009 г. возросла с 0,072 до 0,127. Для российской химической промышленности указанные виды затрат замыкают первую двадцатку. Представляется, что уровень и динамику структуры затрат американской химической промышленности можно рассматривать как базу для применения метода экономико-технологических аналогий для прогнозирования технологических коэффициентов.

Подобный подход применялся В. Леонтьевым: «Ожидаемые изменения этих структурных коэффициентов, т.е. технологические изменения, могут прогнозироваться в отдельности для каждого сектора в каждом регионе. Для каждого развивающегося региона процедура внесения таких изменений в модель заключается в постепенном, поэтапном введении коэффициентов затрат, уже использующихся в более высокоразвитых регионах, причем темпы этого процесса зависят от роста среднего дохода на душу населения в данном регионе» [3, с. 169]. Согласно [5, с. 18] «...этот метод при всей его простоте вполне надежен и дает разумные результаты. Безусловно, он лучше простой экстраполяции технологических коэффициентов ...». Оптимистичный (целевой) вариант структуры затрат химического производства на средне- и долгосрочную перспективу, на наш взгляд, должен включать предположения, во-первых, о росте внутриотраслевого оборота (об углублении переработки сырья), во-вторых, о росте наукоемкости производства, в-третьих, о дальнейшем снижении энергоемкости до уровня, определяемого природно-климатическими условиями, в-четвертых, о снижении удельных затрат на торгово-транспортные услуги. В качестве числовых ориентиров могут быть использованы структуры затрат развитых стран при учете особенностей химической промышленности России, в первую очередь, – продуктового состава отечественного химического производства.

Выполненный на примере химического производства анализ является лишь демонстрацией возможностей применения временных рядов технологических коэффициентов различных стран в долгосрочном прогнозировании. Вне всякого сомне-

<sup>7</sup> Первичные ресурсы здесь и далее рассматриваются согласно перечню, приведенному в работе [5].

ния, на основе такого рода анализа для каждой отрасли может быть извлечена ценная информация с точки зрения оценки перспектив ее технологического развития.

**Технологические коэффициенты в оценке перспектив внешнеэкономических связей.** Возможное направление применения технологических коэффициентов в долгосрочном прогнозировании – оценка перспектив внешнего спроса на российские товары, прежде всего на первичные энергоносители. Если элиминировать влияние геополитического фактора, спрос на российский экспорт энергоресурсов зависит от следующих факторов: экономической динамики стран-партнеров, энергоемкости производства и структуры затрат отраслей, потребляющих энергоресурсы, т.е. от технологических коэффициентов. Рассмотрим эту структуру для отрасли электроэнергетика (по классификации WIOD полное ее название – «производство и распределение электроэнергии, газа и воды») в европейских странах, являющихся основными потребителями российского газа.

В таблицах затраты-выпуск WIOD, представленных в виде как отрасль на отрасль (размерность 35X35), так и продукт на продукт, рассчитанных автором (размерность 59X59), добыча газа не рассматривается как отдельная позиция. В отраслевой таблице 35X35 все добывающие виды деятельности объединены в одну отрасль (Mining and Quarrying – № 2 в кодификации WIOD), в продуктовой таблице 59X59 продукты добычи нефти и газа рассматриваются совместно (Crude petroleum and natural gas; services incidental to oil and gas extraction excluding surveying. – № 5 в кодификации WIOD). С учетом того, что из 5-го продукта лишь электроэнергетика потребляет природный газ, затраты 5-го продукта в целом можно рассматривать как коэффициенты затрат природного газа на электроэнергетику.

При оценке долгосрочных перспектив спроса европейских стран на российский газ, выдвигается гипотеза о замещении природного газа возобновляемыми источниками энергии. Для проверки гипотезы оценены зависимости коэффициентов прямых затрат природного газа на производство электроэнергии от доли возобновляемых источников в электроэнергетике (без учета гидроэнергетики). В табл. 3 приведены результаты расчетов соответствующих регрессионных уравнений для крупнейших европейских потребителей российского природного газа. Вопреки достаточно часто высказываемым экспертным оценкам об относительном снижении спроса на российские энергоносители в силу замещения их альтернативными источниками энергии, данные табл. 3 эту гипотезу не подтверждают ни для одного крупного европейского потребителя на достаточно длительном периоде ретроспективы. Наоборот – рост доли возобновляемых источников в электроэнергетике сопровождается ростом удельных затрат природного газа. Для представленных европейских стран (основных потребителей российского природного газа) эта зависимость отсутствует (Германия, Франция) или является статистически значимой положительной (для Великобритании и Италии коэффициенты детерминации равны соответственно 0,76 и 0,90).

Таблица 3

Параметры уравнений регрессии для оценки зависимости коэффициентов прямых затрат природного газа на производство электроэнергии от доли возобновляемых источников в электроэнергетике (без учета гидроэнергетики)\*

Страна	Коэффициент детерминации	Коэффициент регрессии	t-статистика для $p=0,95$
Германия	0,18	0,11	1,68
Италия	0,90	5,19	10,74
Великобритания	0,76	1,36	6,39
Франция	0,01	0,24	0,44
Еврозона	0,37	0,36	2,95

\* Коэффициенты прямых затрат рассчитаны в сопоставимых ценах.

Источник: Расчеты автора на основе базы данных WIOD за 1995-2011гг. и U.S. Energy Information Administration.

Рисунок также подтверждает отсутствие отрицательной зависимости между удельными затратами природного газа и долей возобновляемых источников в электроэнергетике в странах Еврозоны. Флуктуации временного ряда удельных затрат природного газа стран Еврозоны, вероятнее всего, объясняются ценовыми колебаниями (коэффициенты прямых затрат не удалось привести в сопоставимые цены из-за отсутствия соответствующих индексов цен).

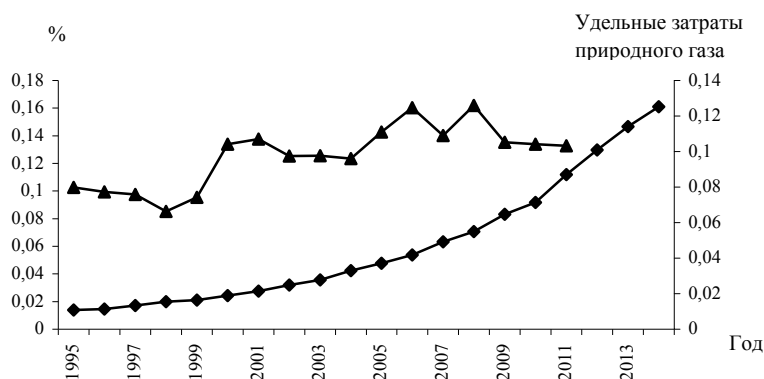


Рисунок. Динамика доли возобновляемых источников энергии (—◆—) (без гидроэнергетики, Европа);  
—▲— удельные затраты природного газа в электроэнергетике

Отметим, что на том же ретроспективном участке (1995–2011 гг.) для Еврозоны в целом подтверждается достаточно тесная зависимость динамики технологических коэффициентов затрат первичных энергоресурсов на электроэнергетику от динамики затрат на научные исследования и наукоемкие бизнес-услуги. Коэффициент детерминации равняется 0,5,  $t$ -статистика для коэффициента регрессии — 3,29, что свидетельствует о достаточно тесной отрицательной зависимости указанных показателей. Статистически такая зависимость подтверждается и для России, причем она гораздо более тесная: коэффициент детерминации равен 0,79,  $t$ -статистика для коэффициента регрессии составляет -7,01. Последнее, возможно, опровергает гипотезу о снижении энергоемкости в РФ только за счет восстановительного роста.

**Оценка межстрановых временных лагов в наукоемкости.** На основе временных рядов технологических коэффициентов различных стран может быть получена другая, не менее ценная информация об оценке межстрановых временных лагов в технологическом развитии. Одним из показателей его уровня является наукоемкость производства. Данный показатель в России невысок по сравнению с развитыми странами и растет небольшими темпами. Затраты на ИиР и наукоемкие бизнес-услуги в 1995 г. составили 0,012 суммы выпусков (этот показатель можно назвать обобщающим коэффициентом прямых затрат науки на сумму выпусков), в 2009 г. — 0,026 (в сопоставимых ценах). Для сравнения: в США аналогичный показатель в 1995 г. составил 0,057, в 2009 г. — 0,071. Если РФ относить к догоняющим странам, возникает вопрос об оценке временного лага в технологическом развитии. Нами предпринята попытка получить такую оценку для некоторых отраслей на основе уравнений с лагами от 7 до 9 лет (табл. 4).

Как показывают данные табл. 4, можно говорить о наличии временного лага в динамике наукоемкости России и Германии для отраслей «машины и оборудование» и «автомобильное производство» (коэффициенты детерминации соответственно 0,87 и 0,94). Временной лаг — около 10 лет.

Таблица 4

## Коэффициенты детерминации уравнений с лагами, лет\*

Страна	Машины и оборудование			Медицинское, высокоточное и оптическое оборудование			Автомобили, прицепы и полуприцепы		
	7	8	9	7	8	9	7	8	9
Германия	0,01	0,36	0,87	0,19	0,04	0,01	0,02	0,17	0,96
Япония	0,01	0,45	0,17	0,03	0,09	0,02	0,01	0,21	0,15
США	0,29	0,65	0,21	0,01	0,13	0,02	0,06	0,14	0,54

\* Расчеты автора на основе базы данных WIOD. Научеомкость понимается как коэффициенты прямых затрат ИиР и научеомких бизнес-услуг в сопоставимых ценах.

Речь идет не об уровне, а именно о динамике: так, уровень удельных затрат на науку в автомобильной промышленности России в 2009 г. был почти в 5 раз ниже аналогичного показателя в Германии на 9 лет ранее (в 2000 г.). Но рост научеомкости в Германии с 1995 по 2000 г. примерно равен двукратному росту научеомкости в России за 2004-2009 гг. Аналогичная ситуация наблюдается для отрасли «машины и оборудование». С учетом лага примерно в 10 лет по отношению к Германии и известных удельных затрат на науку в производстве машин и оборудования Германии на 2014 г., аналогичные затраты в России на середину 2020-х годов могут составить около 3% стоимости выпуска отрасли (в Германии в 2014 г. – более 6%).

При этом предположение о влиянии прямого импорта технологий из Германии для исследуемых отраслей на основе имеющейся статистики не подтверждается. Выявление связи именно с динамикой показателя научеомкости Германии в производстве машин, оборудования и транспортных средств, вероятнее всего, объясняется высокой долей Германии (пятая часть) в российском импорте продукции указанных отраслей и трансфером технологий через импорт высокотехнологичных товаров. В пользу данной гипотезы свидетельствуют также коэффициенты полных затрат Германией ИиР и научеомких бизнес-услуг на единицу российской машиностроительной и транспортной продукции – 0,004 и 0,011 соответственно. Для сравнения: отечественный коэффициент прямых затрат ИиР и научеомких бизнес-услуг на единицу выпуска транспортных средств составляет также 0,011. Сумма коэффициентов косвенного импорта науки (из всех стран) для отрасли «транспортные средства» равна 0,051 (самый высокий показатель среди других отраслей), для отрасли «машины и оборудование» – 0,022. Как видим, для указанных отраслей на долю Германии приходится пятая часть косвенного импорта науки<sup>8</sup>.

Что касается временного лага, то по отношению к США и Японии, возможно, он также существует, но его величина больше 10 лет, и длина имеющихся в распоряжении временных рядов не позволяет ее установить. Данную гипотезу подтверждают в определенной степени расчеты с удлинненными временными рядами до 2014 г. Однако обновление данных в WIOD до 2014 г. пока не сопровождается разработкой соответствующей базы по индексам цен. В результате временной ряд технологических коэффициентов, включающий дополнительно к 1995-2011 гг. и данных за 2012-2014 гг., неоднороден (последний интервал представлен в текущих ценах). Это обстоятельство обуславливает недостаточную точность и предварительный характер расчетов на основе удлинненных рядов.

<sup>8</sup> Коэффициенты полных затрат и косвенного импорта науки рассчитаны автором на основе мирового межотраслевого баланса за 2011 г. по данным WIOD. Методику расчета коэффициентов косвенного импорта науки см. в [1].



**Мировые тенденции динамики технологических коэффициентов.** Для ответа на вопросы о динамике структуры затрат в странах с различным уровнем технологического развития и вкладе изменения технологических коэффициентов в экономическую динамику, нами использован известный метод разложения приростов (снижения) выпусков на компоненту, вызванную технологическими изменениями, и составляющую, определяемую ростом конечного спроса.

Известно, что модель МОБ национальной экономики записывается как:

$$X = AX + Y \text{ или } X = inv(I - A)Y, \quad (1)$$

где  $X$  - вектор валовых выпусков,  $Y$  - конечный спрос национальной экономики,  $A$  - матрица коэффициентов прямых затрат или, по-другому, технологических коэффициентов  $a_{ij}$ . Соответственно  $inv(I - A) = B$  - матрица коэффициентов полных затрат.

Тогда, если  $X_0, X_1, Y_0, Y_1$  - векторы выпусков и конечного спроса за базовый и текущий годы соответственно, то:

$$\Delta X = X_1 - X_0 = B_1 \cdot Y_1 - B_0 \cdot Y_0 = \Delta B \cdot Y_0 + B_1 \Delta Y, \quad (2)$$

где  $\Delta Y = Y_1 - Y_0$ ,  $\Delta B = B_1 - B_0$ , в свою очередь  $B_1$  и  $B_0$  матрицы коэффициентов полных затрат за текущий и базовые годы.

Данный метод позволяет измерить суммарное влияние изменения технологических коэффициентов на экономическую динамику: отрицательный вклад в приросты выпусков означает экономию ресурсов для обеспечения фиксированного конечного спроса, т.е., при прочих равных условиях, - технологический прогресс. В табл. 5 приведены результаты подобных расчетов в сопоставимых ценах.

Таблица 5

Вклад изменения технологических коэффициентов  
в суммарный прирост выпусков, %\*

Отрасль	Россия	США	Япония	Китай	Германия	Индия	Канада
Первичные ресурсы	-7,3	-3,1	36,9	0,6	0,9	-2,2	3,3
Производство электронного и оптического оборудования	0,3	1,8	60,9	1,5	3,1	0,3	-0,3
Торговля	4,0	0,2	-27,1	-0,4	2,1	0,2	1,5
Услуги финансового посредничества	0,6	4,9	-10,1	-0,2	-2,1	0,9	0,8
ИиР и бизнес-услуги	2,0	4,8	196,5	0,2	8,1	0,1	3,8
Всего	5,9	3,0	227,8	3,8	24,2	3,1	10,2

\* Расчеты автора по данным WIOD.

**Выводы.** 1. Согласно данным табл. 5, ни в одной из рассматриваемых стран за исследуемый период не произошло экономии суммарных ресурсов для обеспечения фиксированного конечного спроса.

2. Для всех стран характерен сдвиг в структуре ресурсов, обеспечивающих фиксированный конечный спрос, т.е. технологический сдвиг. Несмотря на различный характер макроструктурных технологических изменений, можно выделить общие тенденции. Экономия первичных ресурсов произошла в основном в российском производстве, наличие которой устанавливалось и ранее (см. напр. [5]). К известным факторам, определившим снижение удельных затрат первичных ресурсов (восстановительный рост, повышение плотности технологического пространства в связи с переходом к рыночным отношениям), можно добавить снижение глубины обработки, приводящее к

снижению коэффициента внутриотраслевого оборота (последний коэффициент зачастую составляет половину удельных затрат первичных ресурсов).

3. В странах с высоким технологическим уровнем высок вклад изменения технологических коэффициентов в рост отраслей ИиР и наукоемкие бизнес-услуги и низок (или отрицателен) – в другие отрасли услуг (торговля). Таким образом, можно констатировать замещающий характер роста затрат интеллектуальных ресурсов.

4. Особое место Японии, связанное с вкладом динамики технологических коэффициентов в прирост выпусков, обусловлено кардинальными структурными изменениями за исследуемый период: вклад изменения конечного спроса в приросты выпусков составил -127,8%. Последнее означает, что структура выпусков в японской экономике претерпела существенные изменения за счет изменения структуры экспорта и импорта (чистый экспорт – составляющая конечного спроса), т.е. за счет изменения места Японии в мировых технологических цепочках.

\* \* \*

Расчеты с применением вышеприведенной методики на основе мировых межотраслевых балансов в сопоставимых ценах показывают, что в целом в мире не происходило снижения выпусков за счет изменения технологических коэффициентов для обеспечения фиксированного мирового конечного спроса: 11% прироста суммы выпусков объясняется изменением технологических коэффициентов. Вклад изменения технологических коэффициентов в суммарный прирост выпусков первичных ресурсов также положителен, хотя существенно меньше аналогичного вклада в приросты выпусков электрооборудования, электронного и оптического оборудования, услуг связи и телекоммуникаций, ИиР и бизнес-услуг. Таким образом, мировые структурные сдвиги и их направления очевидны.

В заключение отметим, что в данной работе не ставилась цель подтвердить или опровергнуть известные положения о структурных сдвигах в мировой экономике. Результаты работы заключаются в апробировании подходов к количественному измерению параметров технологического развития. Их востребованность, на наш взгляд, может появиться при оценке количественных характеристик научно-технологических прогнозов.

### *Литература*

1. Широ́в А.А., Гусев М.С., Саяпова А.Р., Янговский А.А. Научно-технологическая компонента макро-структурного прогноза // *Проблемы прогнозирования*. 2016. № 6. С. 3-17.
2. Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации». Гл. 6, ст. 22.
3. Леонтьев В. Межотраслевая экономика / Пер. с англ. М.: Экономика, 1997. 479 с.
4. Суворов Н.В., Балашова Е.Е., Давидкова О.Б. Теоретические и методические вопросы построения дифференцированных показателей эффективности использования производственных ресурсов // *Проблемы прогнозирования*. 2012. № 5. С. 13-28.
5. Узяков М.Н. Эффективность использования первичных ресурсов как индикатор технологического развития: ретроспективный анализ и прогноз // *Проблемы прогнозирования*. 2011. № 2. С. 3-18.
6. Marcel P. Timmer, Bart Los, Robert Stehrer, and Gaaitzen J. de Vries. *An Anatomy of the Global Trade Slowdown Based on the WIOD*. Release. December, 2016. <http://www.ggdc.net/publications/memorandum/gd162.pdf>
7. WIOD, Working Paper. №. 10. Режим доступа: <http://www.wiod.org/projectinfo/publications>