

Моделирование влияния инвестиций в основной капитал на материальные затраты в отраслях промышленности США в 1958–2005 гг.¹

Краснопеева Н.А., Назруллаева Е.Ю.

Ведут ли инвестиции в основной капитал к снижению удельных материальных затрат в отраслях обрабатывающей промышленности? Однородны ли отрасли с точки зрения взаимосвязи материальных затрат и инвестиций? Какой механизм лежит в основе данной взаимосвязи? Одним из механизмов, который может объяснять отрицательную взаимосвязь, является улучшение технологий производства. В данной статье мы изучаем, могут ли инвестиции в основной капитал вести не только к увеличению объемов производства отрасли, но и к снижению материальных затрат, а также стоит ли за снижением затрат в расчете на единицу стоимости объема выпуска технологическое обновление основных фондов отрасли. Поставленная нами задача до сих пор практически не изучалась с использованием отраслевых данных по США. Мы рассматриваем шесть основных обрабатывающих производств США, в соответствии с классификатором NAICS, в период 1958–2005 гг. (источник: база данных NBER–CES). Данная база, помимо всего прочего, уникальна тем, что содержит индексы-дефляторы как инвестиций в основной капитал, так и материальных затрат. Кроме того, в течение рассматриваемого периода времени в промышленности США произошел инвестиционный бум. Взаимосвязь инвестиций и затрат мы моделируем с использованием двух типов моделей: векторной авторегрессионной модели (в случае стационарности процессов) и модели коррекции ошибками (в случае нестационарности). Векторные авторегрессионные модели позволяют нам ослабить предположения о направлении причинно-следственных взаимосвязей от инвестиций к затратам. Мы также проверяем и учитываем возможные эндогенные струк-

¹ Авторы благодарны Г.Г. Канторовичу и Э.Б. Ершову, а также всем участникам научно-исследовательского семинара «Математические методы анализа экономики» за обсуждение результатов, ценные комментарии и замечания, полученные в процессе работы над статьей. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Научно-учебной лаборатории макроструктурного моделирования экономики России, ЦФИ НИУ ВШЭ.

Краснопеева Наталия Александровна – стажер Научно-исследовательской лаборатории макроструктурного моделирования экономики России НИУ ВШЭ. E-mail: n.a.krasnopeeva@gmail.com

Назруллаева Евгения Юрьевна – PhD student, Department of Political Science, University of California, Los Angeles. E-mail: e.nazrullaeva@gmail.com

Статья поступила в Редакцию в ноябре 2013 г.

турные сдвиги в рассматриваемых взаимосвязях. Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что отрасли по эффекту влияния инвестиций неоднородны: влияние инвестиций на материальные затраты установлено только в двух отраслях промышленности из шести рассмотренных (в текстильной промышленности и машиностроении).

Ключевые слова: эффективность инвестиций; удельные материальные затраты; технологический прогресс; интенсивный рост отрасли; обрабатывающая промышленность США.

1. Введение

Ведут ли инвестиции в основной капитал к снижению удельных материальных затрат в отраслях обрабатывающей промышленности? Означает ли наличие данной взаимосвязи, что в отраслях происходит улучшение технологий производства? В отечественной и зарубежной литературе идеи о том, что инвестиции в основной капитал и затраты могут быть взаимосвязаны, появились давно, но при этом изучались преимущественно в рамках теоретических и плановых моделей [Назруллаева, 2010]. Канторович и Назруллаева [Канторович, Назруллаева, 2009] моделируют данную взаимосвязь с использованием статистических данных по основным отраслям российской промышленности в период с 1995 по 2004 гг. и приходят к выводу, что отрасли неоднородны: взаимосвязь между удельными материальными затратами и инвестициями в основной капитал в отраслях может быть отрицательной, положительной, или отсутствовать. При этом изменение удельных затрат в отрасли, как отмечено в их работе [Канторович, Назруллаева, 2009], может быть вызвано (1) изменением затрат за счет смены используемых в производстве технологий, (2) расширением объемов производства или (3) изменением структуры производимой продукции.

Помимо методологических проблем с интерпретацией изменения индикатора удельных затрат существуют проблемы, связанные с особенностями российского статистического учета. Во-первых, переход с отраслевого классификатора ОКОНХ на классификатор видов экономической деятельности ОКВЭД с 2005 г. не позволяет использовать в анализе достаточно длинные временные ряды, особенно в квартальном разрезе. Во-вторых, сопоставимые данные в детальном разрезе по категориям затрат на производство и реализацию продукции, работ, услуг (включая компоненту материальных затрат) удается восстановить в квартальном разрезе с 1995 г. В итоге приходится работать с короткими временными рядами, которые осложнены сезонностью. В-третьих, в российской статистике не рассчитывается индекс-дефлятор материальных затрат, а попытки использовать прокси для дефлятора могут вносить ошибки измерения в динамику затрат. И, наконец, кризисы 1998 и 2008 гг. вызывают дополнительные сложности при моделировании взаимосвязи удельных материальных затрат и инвестиций на коротком временном интервале.

Статистические данные NBER – CES по обрабатывающему сектору США, которые мы используем в данной работе, не обладают перечисленными выше недостатками и с этой точки зрения являются более «качественными». Моделирование влияния инвестиций в основной капитал на материальные затраты в отраслях промышленности США мо-

жет рассматриваться как попытка сравнительного анализа того, насколько выявленные эффекты снижения удельных затрат под влиянием роста инвестиций характерны для промышленности США, другими словами, насколько хорошо обобщается предложенный в работе [Канторович, Назруллаева, 2009] подход и его выводы.

Огромное влияние на развитие научно-технической революции во второй половине XX в., которое сопровождалось автоматизацией производственных процессов, радикальными изменениями способов управления производством, бурным развитием науки и техники, имело противостояние двух лидирующих стран: СССР и США. В тот период США делали все возможное, чтобы сохранить и утвердить свои лидирующие позиции во всех сферах экономики. В частности, вкладывались значительные средства в передовые отрасли промышленности. Считается, что в период с 1972 по 1996 гг. США пережили инвестиционный бум, который вылился в улучшение технологий [Sakellaris, Wilson, 2004]. В рамках данной работы будут рассмотрены шесть высокотехнологичных отраслей обрабатывающей промышленности США. Импульсом к активному развитию этих отраслей послужила научно-техническая революция. На примере успешно развивающихся в настоящее время отраслей обрабатывающей промышленности мы хотим проследить, как инвестиции влияют на их материальные затраты.

Целью нашего исследования является анализ влияния инвестиций в основной капитал на эффективность производственного процесса в отраслях обрабатывающей промышленности США в период с 1958 по 2005 гг. (ежегодные данные; источник: база данных NBER – CES, версия 2007 г.). *Основная гипотеза*: рост инвестиций в основной капитал ведет к снижению материальных затрат на единицу произведенной продукции. Одним из возможных механизмов, определяющих данную причинно-следственную взаимосвязь, является улучшение технологий производства в отрасли. Задача состоит в том, чтобы идентифицировать причинно-следственную взаимосвязь между рассматриваемыми временными рядами и оценить модель, в наибольшей степени отражающую специфику каждой отрасли промышленности. Тот факт, что инвестиции способны оказывать влияние не только на объем производства, но и на материальные затраты, интересен не только с точки зрения описания фактической ситуации в промышленности США, но и может быть полезен в дальнейшем при построении формальных моделей. В частности, в базовых моделях производственной функции и стохастической производственной границы коэффициенты затрат факторов производства обычно предполагаются постоянными, что в таком случае является некорректным [Назруллаева, 2010].

Следует отметить, что несмотря на то, что база NBER – CES была собрана достаточно давно и находится в настоящее время в открытом доступе, поставленная нами задача до сих пор не решалась с использованием данной базы. Взаимосвязь удельных затрат и инвестиций в отраслях промышленности в зарубежной и отечественной литературе практически не изучена. В приведенном в разделе 2 обзоре рассмотрены наиболее близкие по тематике исследования, которые, тем не менее, существенным образом отличаются по поставленным задачам и используемой методологии от нашей работы.

Работа структурирована следующим образом. Раздел 2 включает в себя обзор литературы. В разделе 3 приводится описание данных. Методология исследования подробно излагается в разделе 4. Результаты эмпирического анализа для каждой отрасли представлены в разделе 5. Полученные выводы, а также основные направления для дальнейшего исследования приводятся в последнем разделе работы.

2. Обзор литературы

Неоклассическая теория рассматривает вкладываемые инвестиции в основном с точки зрения оптимального накопления капитала, что ведет к увеличению объема производства. В данной работе ставится под сомнение подобная концепция из-за недооценки влияния капиталовложений на производственный процесс. Инвестиции в основной капитал способны не только расширить производство, но и повлиять на материальные затраты в отрасли. Стоит отметить, что в рамках неоклассической теории также было предположено существование лага между моментом непосредственного инвестирования и внедрением профинансированных изменений в производственный процесс [Jorgenson, 1963]. Действительно, инвестиции не сразу обнаруживают свое действие, что и будет продемонстрировано далее на эмпирических данных.

В диссертации [Назруллаева, 2010] приведен обзор зарубежных и отечественных исследований, наиболее близких к данной работе по тематике. В работе [Nadiri, Mamuneas, 1994] на основе анализа 12 агрегированных отраслей обрабатывающей промышленности США в 1956–1986 гг. была выявлена взаимосвязь между удельными затратами на производство и объемами *государственных инвестиций* в развитие инфраструктуры и объемами *инвестиций в НИОКР*. В данной работе мы рассматриваем *совокупные* инвестиции в основной капитал (*по всем формам собственности и источникам финансирования*) ввиду отсутствия более подробных данных в используемой нами базе. Удельные материальные затраты в статье [Nadiri, Mamuneas, 1994] были специфицированы как функция от цен следующих факторов производства: труда, капитала и промежуточной продукции. В работе [Morgison, 1997] оценивалась функция затрат на основе данных пищевой промышленности США в период с 1966–1991 гг. Автором сделан вывод, что рост инвестиций в основной капитал привел к замещению труда капиталом и росту потребления электроэнергии, при этом потребление сырья и материалов на протяжении рассматриваемого периода практически не менялось.

На модельном уровне взаимосвязь затрат и инвестиций в рамках отдельного предприятия изучалась в работах [Spence, 1984; Bester, Petrakis, 1993; Petrakis, Roy, 1999]. Следует отметить, что агрегирование полученных для отдельного предприятия выводов к уровню отрасли не всегда возможно, так как инвестиции неоднородны по предприятиям и наименее эффективные предприятия могут выбывать с течением времени [Назруллаева, 2010]. Поэтому важно подчеркнуть, что мы изучаем взаимосвязь именно на агрегированном уровне, не наблюдая в данных, какие именно предприятия в отрасли инвестируют. В работе [Peretto, Seater, 2007] представлена формальная модель эндогенного роста (для экономики в целом), в которой затраты факторов производства меняются пропорционально инвестициям, однако авторы рассматривают инвестиции в НИОКР.

В отечественной литературе вопрос экономии затрат рассматривался в работах [Лурье, 1948, 1964; Новожилова, 1959; Ваага и Захарова, 1962; Львова и Богачева, 1966]. Михалевский [Михалевский, 1972] предположил межотраслевую модель, в которой материальные затраты определялись как функция от объема выпуска, а объем выпуска – как функция от объема капиталовложений в отрасль. Авторы работ [Ершов и др., 1975; Пугачев и Пителин, 2001; Ершов, 2008] рассматривают коэффициенты прямых материальных затрат в моделях межотраслевого баланса. В работе [Ершов, 2008] показано, что коэффициенты затрат в российской промышленности не являются экзогенно заданными и должны определяться эндогенно, в рамках модели.

Гипотеза, верифицируемая в настоящей статье, изначально была подтверждена и верифицирована на основе данных по отраслям российской промышленности в период с 1995 по 2004 гг. [Канторович, Назруллаева, 2009]. В исследовании [Щетинин, Назруллаева, 2012] на микроданных по предприятиям в производстве пищевых продуктов было показано, что чем выше инвестиции предприятия в предыдущем периоде, тем выше его техническая эффективность (в работе использован подход стохастической производственной границы). Поскольку мы имеем дело с агрегированными отраслевыми данными по промышленности США, мы дополняем и улучшаем предложенную изначально в работе [Канторович, Назруллаева, 2009] стратегию моделирования. В качестве объясняемой переменной в исследованиях [Nadiri, Mamuneas, 1994; Канторович, Назруллаева 2009] выступают удельные затраты. Однако такая спецификация представляется нам недостаточно корректной. Инвестиции могут влиять как на материальные затраты, так и на потенциальный выпуск отрасли. В случае снижения удельных материальных затрат велик риск ошибочно интерпретировать факт снижения удельных затрат за счет роста объема продукции как признак изменения технологий производства. Поэтому нам необходимо отделить друг от друга два эффекта: экстенсивный (влияние инвестиций на выпуск) и интенсивный (влияние инвестиций на материальные затраты). Еще одна проблема, которая могла негативно сказаться на результатах рассматриваемых работ, – возможная эндогенность в предложенных моделях. Авторы предполагают, что причинно-следственные взаимосвязи таковы, что инвестиции влияют на материальные затраты, но вполне вероятно и обратная ситуация. В данной работе рассматривается спецификация моделей, которая позволяет учесть вышеупомянутые проблемы.

3. Описание данных

3.1. База данных NBER – CES

Данное исследование основано на официальных статистических данных, опубликованных на сайте Бюро переписи населения США [Becker, Gray, 1997]. База данных NBER – CES (версия 2007 г.²) содержит статистическую информацию об основных показателях отраслей промышленности за период 1958–2005 гг.³ Данные классифицированы по видам экономической деятельности в соответствии со Стандартной отраслевой классификацией (SIC) и Североамериканской системой промышленной классификации (NAICS). Согласно системе классификации SIC, в базе выделены 459 отраслей, по системе NAICS – 473 отрасли. Каждой отрасли присвоен четырехзначный (по отраслевому классификатору SIC) или шестизначный (по отраслевому классификатору NAICS) код. В частности, в классификации данных по системе NAICS цифры обозначают сектор экономики, подсектор, отраслевую группу, отрасль и национальную отрасль соответственно.

² Классификация отраслей 2012 г. изменилась по сравнению с предыдущей версией 2007 г. Например, NAICS 311711 (Консервирование рыбо- и морепродуктов) и NAICS 311712 (Переработка свежих и замороженных морепродуктов) были объединены в NAICS 311710 (Переработка и консервирование рыбо- и морепродуктов).

³ В работе используется база данных NBER – CES 2007 г. Версия 2012 г. охватывает период 1958–2009 гг.

Статистические данные собраны на основе информации, предоставленной государственными органами США. Основным источником базы данных NBER – CES является ежегодный статистический обзор обрабатывающей промышленности, в котором содержится 50 тыс. предприятий обрабатывающей промышленности. В базе присутствуют следующие показатели: общая занятость (*emp*), фонд заработной платы работников (*pay*), численность производственных рабочих (*prode*), общее количество отработанных часов производственных рабочих (*prodh*), фонд заработной платы производственных работников (*prodw*), общая стоимость отгруженной продукции (*vship*), общая стоимость материальных затрат (*matcost*), валовая добавленная стоимость (*vadd*), общая сумма капитальных затрат (*invest*), материально-производственные запасы на конец года (*invent*) и стоимость топлива и электроэнергии (*energy*). Переменные *emp* и *prode* выражаются в тысячах работников, *prodh* – в миллионах рабочих часов, остальные показатели представлены в миллионах долларов.

Преимущество базы NBER – CES, как уже было отмечено во введении, заключается в том, что мы можем оценить реальные изменения исследуемых показателей. В базе содержатся индексы-дефляторы: дефлятор отгруженной продукции (*piship*), дефлятор материальных затрат (*pimat*)⁴, дефлятор электроэнергии (*pien*)⁵ и дефлятор инвестиций в основной капитал (*piinv*)⁶. В качестве базового принят 1997 год по системе NAICS и 1987 год по системе SIC. Следует отметить, что публикуемые в базе индексы-дефляторы рассчитываются с детализацией до шестизначных кодов в системе NAICS, которую мы используем в данной работе. Поэтому мы можем учесть динамику цен в каждой подотрасли и привести к реальным значениям интересующие нас показатели, прежде чем агрегировать данные к уровню трехзначных отраслей (NAICS).

Итак, основные преимущества используемой базы данных – это длинные временные ряды (1958–2005 гг. в версии базы от 2007 г. и 1958–2009 гг. в версии от 2012 г.), наличие дефляторов для интересующих нас показателей, регулярное обновление базы данных в соответствии с изменениями кодов отраслей (что обеспечивает сопоставимость данных в разных классификациях).

3.2. Отрасли обрабатывающей промышленности

Наш анализ включает следующие шесть агрегированных отраслей промышленности США (до трехзначных кодов NAICS):

- пищевая промышленность (включая производство напитков и табачных изделий) (311, 312),
- текстильная промышленность (313, 314),
- производство нефтяных и угольных продуктов (324),

⁴ В основе индексов-дефляторов лежат индексы цен по отраслям промышленности, рассчитанные исходя из статистики валового внутреннего продукта (источник: Бюро экономического анализа).

⁵ Дефляторы электроэнергии были рассчитаны на основе затрат на электроэнергию каждой отрасли промышленности. Статистические данные по затратам на электроэнергию опубликованы в Обзоре энергопотребления в промышленном секторе экономики.

⁶ Расчет дефляторов инвестиций был основан на данных Бюро переписи США и Совета управляющих Федеральной резервной системы (США).

- химическая промышленность (включая производство резиновых и пластмассовых изделий) (325, 326),
- машиностроение (333),
- производство транспортного оборудования (336).

Мы располагаем детальной информацией по всем подотраслям, которые входят в анализируемые отрасли обрабатывающей промышленности. Всего пищевая промышленность включает 53 подотрасли, текстильная – 12, отрасль по производству нефтяных и угольных продуктов – 5, химическая промышленность – 51, машиностроение – 40, отрасль по производству транспортного оборудования – 27. Однако наше исследование предполагает анализ укрупненных отраслей обрабатывающей промышленности (по аналогии и в целях сопоставимости с результатами предыдущих исследований), с этой целью было проведено агрегирование к шести отмеченным выше видам деятельности. Поскольку база данных NBER – CES содержит индексы-дефляторы по каждой подотрасли, перед непосредственным агрегированием данные были скорректированы с учетом индексов-дефляторов по каждой подотрасли (1997 год был принят за базовый).

Период наблюдения 1958–2005 гг., данные годовые, соответственно в нашем распоряжении выборка из 48 точек. Помимо того, что рассматриваемый период длинный и позволяет нам проследивать наличие долгосрочных эффектов во взаимосвязи инвестиций и удельных затрат, данный временной интервал также интересен тем, что включает наиболее значимые для нас события, которые происходили в отраслях промышленности в течение прошлого столетия, поскольку именно конец 1950-х годов относится к началу научно-технической революции. В частности, НТР повлияла на развитие обрабатывающей промышленности, увеличив ее долю в структуре промышленного производства. Одной из наиболее важных движущих сил развития отраслей промышленности становятся инвестиции в основной капитал и НИОКР. В частности, капитальные вложения значительно увеличились за последние 20 лет в связи с серьезными технологическими изменениями в промышленности.

Для исследования взаимосвязи между материальными затратами и капитальными вложениями в качестве анализируемых показателей из базы нами были выбраны инвестиции в основной капитал, материальные затраты и стоимость отгруженной продукции как прокси-переменная для объема выпуска отрасли (чтобы учесть масштаб отрасли). Необходимо дать определение каждой из анализируемых переменных.

- **Инвестиции в основной капитал**⁷ представляют собой сумму всех капитальных затрат, которые публично сообщаются действующими предприятиями или строящимися заводами. В качестве капиталовложений здесь выступают основные изменения технологии производства на предприятии обрабатывающей промышленности. Кроме того, инвестиции в основной капитал включают амортизируемое оборудование и машины, используемые для замены или увеличения производственных мощностей предприятия (если амортизация предусмотрена). Для промышленных предприятий принято следующее деление на три группы: грузовой автотранспорт; компьютеры и оборудование по обработке данных; другие капитальные затраты на машины и оборудование, не включающие автомобили и компьютерную технику.

⁷ Согласно определению по системе NAICS (<http://www.census.gov/manufacturing/asm/definitions/>).

- **Материальные затраты**⁸ – это прямые расходы предприятия на потребленные или переданные в производство объекты в течение года, включая затраты на перевозку груза и другие издержки, с которыми сталкивается предприятие при покупке производственного оборудования, в том числе стоимость комплектующих деталей, сырья, полуобработанных изделий; стоимость продуктов, купленных и проданных на одинаковых условиях; стоимость топлива, потребленного для снабжения предприятий тепло- и электроэнергией; стоимость подрядных работ.

- **Выпуск отрасли промышленности**⁹ (общая стоимость отгруженной продукции) состоит из начисленной и подлежащей оплате, чистой стоимости продажи всей отгруженной продукции, в том числе первичной и вторичной. Выпуск включает в себя вторичную продажу, выручку за работы, выполненные по контрактам, и прочие поступления (включая ремонтные работы).

Напомним, что все переменные, представленные в миллионах долларов, приведены к ценам 1997 г. Для проведения дальнейшего анализа исходные переменные будут прологарифмированы (по аналогии с работой [Канторович, Назруллаева, 2009]).

4. Методология исследования

4.1. Предварительный анализ

В первую очередь необходимо проверить временные ряды логарифма инвестиций, материальных затрат и выпуска отраслей промышленности на стационарность. Для упрощений интерпретаций мы моделируем процессы в логарифмах, так как тестирование на их стационарность до перехода к логарифмам может дать ошибочные результаты [Corradi, 1995]. В данной работе используются следующие тесты на наличие единичного корня: тест Дикки – Фуллера, тест Филлипса – Перрона и тест Квятковского – Филлипса – Шмидта – Шина (КПСС). Однако если в тесте Дикки – Фуллера и Филлипса – Перрона нулевая гипотеза предполагает наличие единичного корня, то тест Квятковского – Филлипса – Шмидта – Шина в качестве нулевой гипотезы рассматривает принадлежность ряда к определенному типу стационарного. Таким образом, если мы не отвергаем гипотезу в обоих случаях, то это может означать лишь неспособность отвергнуть гипотезу из-за использования маленькой выборки (для проверки гипотезы). В случае значимости тренда проверка гипотезы проводилось в соответствии со спецификацией с детерминированным линейным трендом.

В современной литературе присутствует проблема идентификации эконометрических моделей с единичным корнем и структурным сдвигом. Разные тесты на единичные корни могут интерпретировать временной ряд со структурным сдвигом как ряд с единичным корнем, что приводит нас к неправильной идентификации модели и неверным результатам [Perron, 1989; Glynn et al., 2007]. Исследуемый временной интервал представляет собой период с 1958 по 2005 гг., который характеризуется появлением инноваций в области технологий и организации производства, обеспечивших заметное увеличение эффективности производственного процесса. Также этот период сопровождался структур-

⁸ Согласно определению по системе NAICS (<http://www.census.gov/manufacturing/asm/definitions/>).

⁹ Согласно определению по системе NAICS (<http://www.census.gov/manufacturing/asm/definitions/>).

ным кризисом 1974–1975 гг. и экономическим кризисом 1980–1982 гг., которые не могли не повлиять на ведущие отрасли обрабатывающей промышленности США. По этим причинам существует вероятность наличия структурного сдвига в анализируемых данных. Проверка временных рядов на наличие эндогенного структурного сдвига будет проведена с помощью теста Эндрюса – Зивота [Zivot, Andrews, 1992].

В отличие от Перрона (1990), который считал, что структурный сдвиг задан экзогенно, авторы рассматривают более корректную процедуру тестирования данных на единичный корень, в которой предполагается, что точки излома влияют на модель эндогенно. Нулевая гипотеза заключается в наличии единичного корня у изучаемого процесса. Альтернативная гипотеза также предполагает стационарность ряда, делая поправку на наличие структурного сдвига. В данном тесте предполагается, что момент возникновения структурного сдвига не предопределен. Тест Эндрюса – Зивота [Zivot, Andrews, 1992] реже отвергает гипотезу о наличии единичного корня, если сравнивать его с тестом Филлипса – Перрона и Дикки – Фуллера.

Тест Эндрюса – Зивота проверяет гипотезу о наличии единичного корня для трех разных спецификаций модели:

$$(1) \quad y_t = \mu + \theta DU_t(T_B) + \beta t + \alpha y_{t-1} + \sum_{j=1}^k c_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t,$$

$$(2) \quad y_t = \mu + \theta DT_t^*(T_B) + \beta t + \alpha y_{t-1} + \sum_{j=1}^k c_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t,$$

$$(3) \quad y_t = \mu + \theta DT_t^*(T_B) + \beta t + \gamma DU_t(T_B) + \alpha y_{t-1} + \sum_{j=1}^k c_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t,$$

где T_B – момент структурного сдвига; $DU_t(T_B) = 1$, если $t = T_B$, 0 – в ином случае; $DT_t^*(T_B) = t - T_B$, если $t > T_B$, 0 – в ином случае.

Модель А предполагает наличие разового структурного сдвига в уровнях ряда; модель В – изменение тренда в момент T_B ; модель С включает в себя изменение уровня и тренда одновременно.

В рамках теста Эндрюса – Зивота нулевая гипотеза для трех моделей следующая:

$$(4) \quad y_t = \mu + y_{t-1} + \sum_{j=1}^k c_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t.$$

В тесте Эндрюса – Зивота используется t-статистика, зависящая от расположения момента структурного сдвига $\tau = \frac{T_B}{T}$. Проводимая процедура фиксирует момент с наименьшей t-статистикой для «сетки» потенциально возможных моментов структурного сдвига. Найденная точка – момент структурного сдвига в исследуемом ряде.

Непосредственно тестироваться будет временной промежуток $[\tau T; (1-\tau)T]$, где $T = 47$, $\tau = 0,1$ для исключения вероятности опознания тестом выбросов в данных, которые свойственны для начала и конца периода. Для всех отраслей в модель было включено два лага. Поскольку мы имеем дело с годовыми данными и короткими временными рядами, решено было ограничиться данным числом лагов. Мы рассматриваем фиксированное число лагов для получения сопоставимых результатов. Также мы проверяли результаты тестов с использованием эндогенно определяемого числа лагов (на основе сопоставления значений информационных критериев), число лагов во всех случаях было от 0 до 2.

В случае нестационарности временных рядов следует провести тестирование на наличие долгосрочной взаимосвязи между переменными. Наш анализ предполагает использование двухшаговой процедуры Энгла – Грэнджера [Engle, Granger, 1987] и теста Йохансена (1988). Тестирование коинтеграционного соотношения с помощью двух методов позволяет сравнить полученные результаты и сделать однозначный вывод в случае совпадения результатов.

Последний этап, который предшествует непосредственному моделированию – тест на причинность по Грэнджеру. Проверяемая нулевая гипотеза теста состоит в том, что случайный процесс x не является причиной случайного процесса y . Однако результаты теста на причинность по Грэнджеру часто не соответствуют экономическим реалиям, а также он изучает причинно-следственные взаимосвязи для стационарных процессов, без учета потенциально возможных структурных сдвигов, поэтому данный тест будет проведен чисто формально.

4.2. Моделирование

Наиболее популярным инструментом для анализа многомерных временных рядов являются векторные авторегрессионные модели (VAR). Впервые такой способ моделирования был предложен Симсом [Sims, 1980] как альтернатива системе одновременных уравнений. Главное отличие заключается в том, что все наблюдаемые переменные являются эндогенными: мы не делаем изначальных предположений о виде причинно-следственных взаимосвязей. С помощью VAR-модели достаточно легко можно описать природу взаимосвязи интересующих нас переменных. Также наряду с моделированием процессов мы можем проследить динамическую структуру всех исследуемых переменных. В данной работе для получения значимых оценок был выбран один лаг, так как наша выборка слишком мала (48 наблюдений) для включения большего числа лагов при оценивании модели векторной авторегрессии для вектора из трех переменных. Модель типа VAR(1), используемая в нашем анализе, имеет следующий вид:

$$(5) \quad y_t = c + \Phi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t,$$

где $y_t = (y_{1t}, y_{2t}, y_{3t})'$; Φ_1 – матрица коэффициентов модели размера 3×3 ; $\varepsilon_t \sim iid(0, \sigma^2)$.

Для случая, когда временные ряды оказываются нестационарными (но стационарными в первых разностях), исследования Грэнджера (1981) и Йохансена (1995) выявили возможность учета долгосрочной взаимосвязи между интегрированными рядами одного

порядка, которая называется коинтеграцией в моделях VAR. В том случае, если анализируемые процессы нестационарны и коинтегрированы, необходимо оценить модель коррекции ошибками (ЕСМ), которая включает в себя отдельно краткосрочную и долгосрочную взаимосвязь между переменными. В контексте работы для нас представляет интерес влияние краткосрочной динамики исследуемых переменных на материальные затраты и воздействие различных отклонений от долгосрочного равновесия.

Модель коррекции ошибками выглядит следующим образом:

$$(6) \quad \Delta y_{1t} = \alpha_0 - \varphi(CI) + c_1 \Delta y_{1t-1} + c_2 \Delta y_{2t-1} + c_3 \Delta y_{3t-1} + u_t,$$

$$(7) \quad CI = y_{1t-1} - \alpha_1 - \beta_1 y_{2t-1} - \beta_2 y_{3t-1},$$

где y_{1t} – материальные затраты; y_{2t} – инвестиции; y_{3t} – выпуск отрасли.

Уже после выбора правильной спецификации модели и ее оценки необходимо проверить полученную модель на адекватность. В основном t-статистика, используемая для проверки гипотез в модели $VAR(p)$, имеет асимптотическое стандартное нормальное распределение, поскольку она рассчитывается с учетом частных коэффициентов [Lütkepohl, 2007]. Нами будут проведены тест Бокса – Пирсона, тест Льюнга – Бокса и Бройша – Гордфри (LM-тест) на автокорреляцию в остатках модели. Считается, что LM-тест больше подходит для проверки автокорреляции в остатках более низкого порядка [Lütkepohl, 2007].

5. Результаты эмпирического анализа

Данный раздел содержит основные результаты проведенного исследования по шести видам экономической деятельности в обрабатывающей промышленности США (1958–2005 гг.). Для начала временные ряды логарифма инвестиций в основной капитал $\log(I)$, материальных затрат $\log(C)$ и выпуска $\log(Y)$ были продиагностированы на стационарность. Кроме того, был применен тест на возможный структурный сдвиг в данных. Нестационарные процессы были подвергнуты проверке на наличие коинтеграционных соотношений. Были построены модели типа VAR для процессов, стационарных в первых разностях (для отдельных процессов было учтено возможное наличие структурного сдвига с моментом времени, фиксированным на основе процедуры Эндрюса – Зивота (1992)). Для установления долгосрочной зависимости между переменными и определения реакции каждой из них на краткосрочные шоки была применена модель коррекции ошибками (ЕСМ). Для каждой отрасли промышленности были проанализированы различные спецификации моделей в попытке выявить влияние вложенных инвестиций на производственный процесс через изменение удельных затрат.

5.1. Предварительный анализ

Тесты Дикки – Фуллера и Филлипса – Перрона в основном не отвергли гипотезу о наличии единичного корня у исследуемых временных рядов. Однако следует заметить, что результаты теста Филлипса – Перрона относительно инвестиций в текстильной промышленности и выпуска в химической промышленности свидетельствуют о стационар-

ности процессов на 5-процентном уровне значимости. Тест Дикки – Фуллера также отвергает гипотезу о наличии единичного корня у инвестиций, вкладываемых в отрасль по производству транспортного оборудования. Кроме того, результаты вышеупомянутых тестов для выпуска пищевой промышленности отвергают гипотезу о наличии единичного корня. В свою очередь результаты, которые были получены при проведении теста Квятковского – Филлипса – Шмидта – Шина (KPSS) по пищевой промышленности, машиностроению и отдельным переменным других отраслей, свидетельствуют о их стационарности. Напомним, что для проверки гипотез был выбран 5-процентный уровень значимости. Результаты тестирования приведены в Приложении в виде таблицы (табл. П2) по всем отраслям промышленности.

Необходимо выявить, действительно ли временные ряды содержат единичный корень или наличие структурного сдвига затруднило анализ. С этой целью был использован тест Эндрюса – Зивота на наличие эндогенного структурного сдвига. Тест Эндрюса – Зивота был проведен с помощью программного кода, написанного М.Ю. Турунцевой¹⁰ для эконометрического пакета Eviews.

Из табл. 1 видно, что в двух из шести отраслей промышленности был обнаружен структурный сдвиг в данных. В каждой отрасли найдено как минимум три момента структурного сдвига, которые находятся друг от друга на расстоянии не более 18 лет. Как мы и ожидали, в большинстве случаев они совпадают с кризисами 1974–1975 и 1980–1982 годов. Стоит отметить, что согласно результатам модели В и С, все переменные отрасли машиностроения являются нестационарными, хотя модель А выявила структурный сдвиг во временных рядах. Данное обстоятельство было учтено при дальнейшем анализе.

Главным недостатком используемого теста является высокая чувствительность к различным выбросам, которые по своей сути не являются так называемыми структурными сдвигами. По этой причине при включении в итоговую модель необходимо проверить значимость всех обнаруженных моментов структурных сдвигов и сделать выбор в пользу только одного из них.

Тестирование на наличие коинтеграционного соотношения проводилось для всех отраслей обрабатывающей промышленности. Процедураю Энгла – Грэнджера было выявлено наличие коинтеграции в текстильной промышленности (1 соотношение согласно тесту Йохансена (1988)); в химической промышленности (2 соотношения); отсутствие долгосрочного связи между переменными пищевой промышленности, отрасли по производству нефтяных и угольных продуктов, машиностроения и отрасли по производству транспортного оборудования. Тест Йохансена подтвердил сделанные выводы о наличии коинтеграции и позволил уточнить число коинтеграционных соотношений между рассматриваемыми переменными. Результаты двухшаговой процедуры Энгла – Грэнджера и теста Йохансена представлены в Приложении данной работы (табл. П3).

¹⁰ Турунцева М.Ю. – к.э.н., зав. лабораторией краткосрочного прогнозирования Научного направления «Институциональное развитие, собственность и корпоративное управление», Институт экономической политики им. Е.Т. Гайдара.

Таблица 1.

Результаты теста Зивота – Эндрюса

Инвестиции			Материальные затраты			Выпуск		
А	В	С	А	В	С	А	В	С
Пищевая промышленность (включая напитки и табачные изделия)								
-3,21	-3,092	-2,95	-4,023	-2,59	-3,78	-3,25	-2,197	-2,54
T=1996	T=1994	T=1992	T=1981	T=1993	T=1981	T=1982	T=1995	T=1982
Текстильная промышленность								
-4,053	-3,35	-3,64	-4,739*	-2,68	-4,071	-4,21	-3,13	-3,78
T=1974	T=1991	T=1974	T=1979	T=1993	T=1979	T=1979	T=1967	T=1979
Нефтяные и угольные продукты								
-4,097	-3,97	-4,726	-3,24	-3,55	-4,42	-3,57	-3,84	-4,57
T=1982	T=1974	T=1982	T=1970	T=1976	T=1980	T=1973	T=1976	T=1979
Химическая промышленность								
-4,591*	-3,061	-4,12	-4,28	-2,50	-3,84	-3,66	-3,88	-3,86
T=1981	T=1988	T=1981	T=1981	T=1967	T=1979	T=1979	T=1972	T=1971
Машиностроение								
-4,61*	-2,97	-3,77	-5,07**	-2,78	-4,44	-5,70***	-2,64	-4,28
T=1982	T=1994	T=1982	T=1981	T=1992	T=1981	T=1981	T=1993	T=1981
Производство транспортного оборудования								
-4,61*	-4,21*	-4,46	-3,46	-4,068	-4,88*	-4,64*	-3,92	-4,82*
T=1987	T=1980	T=1976	T=1973	T=1984	T=1979	T=1979	T=1991	T=1979

Примечания. *** – наличие структурного сдвига на 1%, ** – на 5 %, * – на 10%. Критические значения Эндрюса – Зивота: 1%(А) -5,34, (В) -4,93, (С) -5,57; 5% (А) -4,80, (В) -4,42, (С) -5,08; 10% (А) -4,58, (В) -4,11, (С) -4,82.

5.2. Моделирование

В настоящей работе моделирование проводится с учетом специфики каждой отдельной отрасли. Именно поэтому ниже рассматриваются различные спецификации моделей и выбирается наиболее подходящая для конкретного случая.

5.2.1. Пищевая промышленность

На основе результатов предварительного анализа нельзя сделать однозначного вывода относительно стационарности изучаемых процессов. Результаты тестов Дикки – Фул-

лера, Филлипса – Перрона и Квятковского – Филлипса – Шмидта – Шина (KPSS) между собой не согласуются. Однако стоит принять во внимание то, что мы тестируем достаточно короткие временные ряды (48 точек), что может значительно затруднить наш анализ. Результаты теста Эндрюса – Зивота однозначно свидетельствуют о нестационарности временных рядов. Однако следует отметить, что в силу специфики основной и альтернативной гипотез результаты теста Эндрюса – Зивота могут быть подвергнуты сомнению [Glynn et al., 2007]. Вместе с тем тестирование на наличие коинтеграционных соотношений не выявило долгосрочной связи, что, конечно, не является строгим доказательством стационарности, но также не подтверждает принадлежность ряда к типу интегрированных процессов первого порядка.

Прежде всего, была построена векторная авторегрессионная модель (VAR) в уровнях с детерминированным трендом. Все характеристические корни находятся внутри единичного круга, а значит, данная модель удовлетворяет условию устойчивости, что позволяет продолжать дальнейший анализ в рамках рассматриваемой модели. Построенная модель позволила выявить отрицательное влияние логарифма выпуска на логарифм материальных затрат. Можно предположить, что увеличение выпуска пищевой промышленности приводит к уменьшению общего объема материальных затрат из-за экономии от масштаба. Это может быть обусловлено более эффективным и полным использованием основных фондов предприятий отрасли. Из табл. 2 также видно, что инвестиции предыдущего года положительно влияют на инвестиции текущего года. Соответственно, в пищевой промышленности преобладает оптимистичное инвестиционное поведение, предполагающее увеличение вложений с каждым последующим годом (в случае увеличения инвестиций в прошлом году). Влияние инвестиций на материальные затраты было выявлено только на 10-процентном уровне значимости.

Таблица 2.

**Оценки параметров VAR-модели
(в уровнях с детерминированным трендом)**

	$\text{Log}(I)_t$	$\text{Log}(C)_t$	$\text{Log}(Y)_t$
$\text{Log}(I)_{t-1}$	0,68***	0,087*	0,092**
$\text{Log}(C)_{t-1}$	0,42	1,046***	0,28*
$\text{Log}(Y)_{t-1}$	-0,12	-0,75***	0,04
trend	0,002	0,011***	0,011***
const	-0,79	8,088***	7,76***

Примечание: ***, **, * – МНК-оценки значимы на одно-, пяти- и десятипроцентном уровнях соответственно.

Дополнительное построение других спецификаций векторной авторегрессионной модели, в частности, в первых разностях, не дало значимых результатов¹¹. Модель кор-

¹¹ Результаты оценок других моделей могут быть предоставлены по запросу к авторам.

рекции ошибками (ЕСМ) также представляется нам недостаточно корректной для описания процессов, происходящих в пищевой промышленности в силу результатов теста Энгла – Грэнджера и Йохансена.

Таким образом, результаты свидетельствуют в пользу моделирования зависимости материальных затрат от инвестиций в пищевой промышленности с помощью векторной авторегрессионной модели для переменных в уровнях, с детерминированным трендом. При этом непосредственной взаимосвязи материальных затрат и инвестиций в модели выявлено не было, но косвенным подтверждением эффективности производства и наличия технологических изменений в отрасли может служить снижение издержек вследствие экономии от масштаба.

5.2.2. Текстильная промышленность

Выводы проведенных тестов свидетельствуют о нестационарности изучаемых процессов. Кроме того, тесты на наличие долгосрочной зависимости между переменными выявили одно коинтеграционное соотношение, что в свою очередь предполагает дополнительное построение модели коррекции ошибками (ЕСМ).

В рамках нашей работы были проанализированы следующие возможные спецификации модели.

- *Векторная авторегрессионная модель с детерминированным трендом.*

Оценка модели показала незначимые результаты, не считая значимости экзогенного тренда для инвестиций. Как и ожидалось, в силу нестационарности данная модель плохо объясняет поведение рассматриваемых процессов.

- *Векторная авторегрессионная модель в первых разностях.*

Соответственно, интерпретация может быть дана в терминах темпов роста: увеличение темпов роста инвестиций приводит к уменьшению темпа роста материальных затрат в отрасли. Однако в силу наличия коинтеграционного соотношения между переменными необходимо построить модель коррекции ошибками.

- *Модель коррекции ошибками (ЕСМ).*

Модель коррекции ошибками установила значимость долгосрочного равновесия, а также краткосрочного отклика на изменение инвестиций в основной капитал и материальных затрат предыдущего периода. ЕСМ-представление для текстильной промышленности имеет следующий вид.

Таблица 3.

Оценки параметров ЕСМ-модели

	coef_cointegration	const	$\Delta \text{Log}(I)_{t-1}$	$\Delta \text{Log}(C)_{t-1}$	$\Delta \text{Log}(Y)_{t-1}$
$\Delta \text{Log}(C)$	-1,035***	0,011	-0,21***	0,70**	-0,26

Примечание: ***, **, * – МНК-оценки значимы на одно-, пяти- и десятипроцентном уровнях соответственно.

Коррекция к долгосрочному равновесию при потенциально возможных краткосрочных шоках в модели устроена следующим образом: коэффициент перед коинтегра-

ционным соотношением в модели отрицательный, а это значит, что до этого значение материальных затрат под воздействием краткосрочных шоков находилось над равновесно оптимальным уровнем. Заметим также, что как выпуск, так и инвестиции в долгосрочной перспективе влияют на материальные затраты отрицательно. В краткосрочной перспективе было выявлено статистически значимое отрицательное влияние инвестиций на материальные затраты и положительное влияние со стороны материальных затрат предыдущего периода. Стоит отметить, что инвестиции в большей степени влияют на материальные затраты именно в случае долгосрочного равновесия, что вполне логично, так как инвестиции в основной капитал носят прежде всего долгосрочный характер.

Основной задачей данного исследования является выявление технологического прогресса в отрасли, который связан со снижением материальных затрат на единицу продукции вследствие увеличения размера вкладываемых инвестиций.

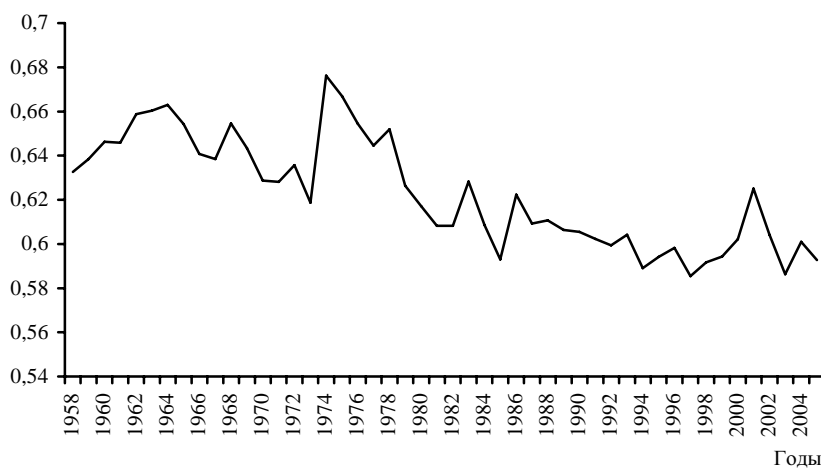


Рис. 1. Динамика удельных материальных затрат в текстильной промышленности

График динамики удельных затрат (см. рис.1), построенный непосредственно для текстильной промышленности, подтверждает нашу гипотезу об обратной связи между инвестициями в основной капитал и удельными материальными затратами.

5.2.3. Производство нефтяных и угольных продуктов

Наиболее подходящим инструментом моделирования в отрасли по производству нефтяных и угольных продуктов является построение векторной авторегрессионной модели в первых разностях. Напомним, что тесты, проведенные в предварительном анализе, достаточно определенно указали на нестационарность процессов. Тесты Энгла – Грэнджера и Йохансена не обнаружили коинтеграционного соотношения, что исключает из нашего анализа построение ЕСМ-модели.

Оценивание векторной модели в разностях обнаружило значимость положительного влияния темпа роста материальных затрат на темп роста инвестиций в основной капитал. Моделирование обратных связей не входит в рамки нашего анализа, но позволяет несколько расширить наше представление о процессах, происходящих в отрасли по производству нефтяных и угольных продуктов.

Таблица 4.

**Оценки параметров VAR-модели
(в первых разностях)**

	$\Delta \text{Log}(I)_t$	$\Delta \text{Log}(C)_t$	$\Delta \text{Log}(Y)_t$
$\Delta \text{Log}(I)_{t-1}$	0,11	0,012	-0,0069
$\Delta \text{Log}(C)_{t-1}$	1,63***	-0,29	-0,12
$\Delta \text{Log}(Y)_{t-1}$	-1,62*	0,59*	0,26
const	0,043	0,012	0,021***

Примечание: ***, **, * – МНК-оценки значимы на одно-, пяти- и десятипроцентном уровнях соответственно.

Полученный нами вывод означает, что в производстве нефтяных и угольных продуктов вложенные в основной капитал инвестиции не ведут к значимым изменениям затрат.

5.2.4. Химическая промышленность

Предварительный анализ выявил наличие коинтеграционных соотношений, присутствующих в химической промышленности. Однако построенная модель коррекции ошибками (ЕСМ) обнаружила незначимость долгосрочного соотношения. Таким образом, наиболее подходящей моделью представляется векторная авторегрессионная модель в первых разностях (см. табл. 5), так как мы предполагаем наличие единичного корня у процессов химической промышленности.

Таблица 5.

**Оценки параметров VAR-модели
(в первых разностях)**

	$\Delta \text{Log}(I)_t$	$\Delta \text{Log}(C)_t$	$\Delta \text{Log}(Y)_t$
$\Delta \text{Log}(I)_{t-1}$	0,13	-0,037	-0,042
$\Delta \text{Log}(C)_{t-1}$	0,78	-0,73*	-0,75**
$\Delta \text{Log}(Y)_{t-1}$	0,19	0,97***	0,89***
const	-0,0043	0,019*	0,027***

Примечание: ***, **, * – МНК-оценки значимы на одно-, пяти- и десятипроцентном уровнях соответственно.

Между тем темп роста логарифма выпуска положительно влияет на темп логарифма материальных затрат и выпуска предыдущего года. Наличие интересующих нас связей найдено не было.

5.2.5. Машиностроение

При предварительном анализе получены результаты, которые предполагают стационарность процессов в отрасли машиностроения. Тест Эндрюса – Зивота обнаружил несколько моментов структурного сдвига для исследуемых переменных в зависимости от спецификации альтернативной гипотезы. В настоящей работе мы учли потенциально возможное наличие структурных сдвигов, включив в модель фиктивную переменную, отвечающую за определенный год. Последовательно анализировалось влияние на модель каждого из выявленных годов и впоследствии был выбран наиболее значимый год.

В попытке смоделировать зависимость материальных затрат от инвестиций было построено четыре спецификации векторной авторегрессионной модели:

- 1) VAR в уровнях;
- 2) VAR с детерминированным трендом;
- 3) VAR с включением фиктивной переменной на аддитивный структурный сдвиг;
- 4) VAR с фиктивной переменной на изменение режима (аддитивный структурный сдвиг на изменение тренда).

Ниже представлена итоговая модель с учетом фиктивной переменной на изменение режима (см. табл. 6), которая была выбрана для отрасли машиностроения.

Таблица 6.

**Оценки параметров VAR-модели
(в уровнях с фиктивной переменной на изменение режима)**

	$\text{Log}(I)_t$	$\text{Log}(C)_t$	$\text{Log}(Y)_t$
$\text{Log}(I)_{t-1}$	-0,18	-0,287***	-0,289***
$\text{Log}(C)_{t-1}$	-0,24	0,86***	-0,087123
$\text{Log}(Y)_{t-1}$	2,38***	0,32	1,29***
D ₁₉₈₁ × trend	0,0087**	-0,0028	-0,0031
trend	-0,012	0,0086*	0,0082*
const	-16,037***	-0,084	-0,27

Примечание: **, * – МНК-оценки значимы на пяти- и десятипроцентном уровнях соответственно.

В данной модели была выявлена значимость логарифма инвестиций предыдущего года для логарифма материальных затрат и выпуска. Как в регрессии для логарифма инвестиций, так и для логарифма материальных затрат зависимость отрицательная. Можно предположить, что увеличение инвестиций в основной капитал приводит к технологиче-

скому улучшению качества продукции отрасли. Как следствие увеличения вкладываемых инвестиций в основной капитал материальные затраты уменьшаются. Таким образом, более диверсифицированная и производительная продукция требует меньший объем материальных затрат.

Выявление статистически значимого влияния инвестиций на материальные затраты предполагает построение графика удельных материальных затрат. В течение рассматриваемого периода на графике (рис. 2) явным образом прослеживается повышательный тренд, что заставляет всерьез переосмыслить тестируемую нами гипотезу, по крайней мере, для отрасли машиностроения.

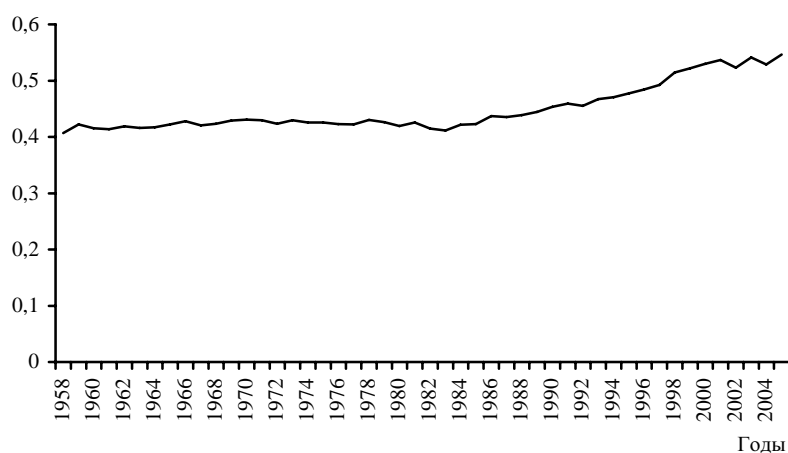


Рис. 2. Динамика удельных материальных затрат в отрасли машиностроения

Следует учесть, что различают экстенсивное и интенсивное развитие отрасли. Экстенсивное развитие отрасли связано с увеличением объемов производства. В свою очередь, интенсивное развитие подразумевает снижение затрат на единицу продукции за счет увеличения производительности труда, снижения энерго- и материалоемкости. На практике же интенсивный рост тесно переплетается с экстенсивным ростом из-за постоянного расширения производства в отраслях промышленности. Таким образом, инвестиции могут вкладываться в бурно развивающуюся промышленность, но инновационная составляющая не будет проявляться явно.

Стоит также заметить, что логарифм выпуска предыдущего года положительно влияет на логарифм инвестиций и выпуска текущего года. Компании могли практиковать стратегию выпуска продукции с запасом. Возможен вариант перепроизводства.

5.2.6. Производство транспортного оборудования

Согласно результатам, полученным в предварительном анализе, можно предположить, что все изучаемые процессы отрасли по производству транспортного оборудования

стационарны. Были построены две спецификации векторной авторегрессионной модели: с детерминированным трендом и с фиктивной переменной на изменение режима.

Структурный сдвиг 1980 г. оказался значимым только для материальных затрат на 10-процентном уровне, тогда как тренд статистически значим для выпуска и материальных затрат на 1-процентном уровне. Для отрасли по производству транспортного оборудования была выбрана модель с детерминированным трендом. Однако результаты данной модели (см. табл. 7) не подтвердили гипотезу о влиянии инвестиций на производственный прогресс отрасли через уменьшение материальных затрат.

Таблица 7.

**Оценки параметров VAR-модели
(в уровнях с детерминированным трендом)**

	$\text{Log}(I)_t$	$\text{Log}(C)_t$	$\text{Log}(Y)_t$
$\text{Log}(I)_{t-1}$	0,34**	-0,07	-0,045
$\text{Log}(C)_{t-1}$	-0,87	1,066***	0,17
$\text{Log}(Y)_{t-1}$	1,58*	-0,46	0,49*
trend	0,0071	0,011***	0,0084***
const	-3,595	5,54***	4,81***

Примечание: ***, **, * – МНК-оценки значимы на одно-, пяти- и десятипроцентном уровнях соответственно.

В отрасли по производству транспортного оборудования была выявлена статистическая значимость влияния инвестиций предыдущего периода на инвестиции текущего периода. Можно сделать вывод о том, что развитие отрасли происходит систематично, т.е. денежные средства вкладываются не случайным образом, а с учетом инвестиционного климата предыдущего года. Инвесторы видят прогресс и отдачу от вложенных инвестиций в текущем году и в следующем году вкладывают больше. Возможно также наличие долгосрочных инвестиционных проектов. В данном исследовании нас прежде всего интересует влияние инвестиций, поэтому мы не будем подробно останавливаться на статистически значимом влиянии материальных затрат и выпуска на другие переменные.

Все вышеперечисленные модели были продиагностированы на отсутствие автокорреляции в случайных ошибках с помощью теста Бройша – Годфри (LM-тест). Гипотеза об отсутствии автокорреляции не была отвергнута.

6. Заключение

В ходе данного исследования был проведен анализ взаимосвязи материальных затрат, инвестиций в основной капитал и объема выпуска по шести отраслям обрабатывающей промышленности США в период с 1958 по 2005 гг. Для каждой отрасли была вы-

брана своя спецификация модели, в наибольшей степени подходящая для конкретного случая. Рассматривались модели типа VAR и ЕСМ.

В двух из шести отраслей было выявлено статистически значимое влияние инвестиций на материальные затраты. Последовательно были построены графики материальных затрат на единицу произведенной продукции для отраслей машиностроения и текстильной промышленности. Визуальный анализ показал, что удельные материальные затраты на протяжении рассматриваемого периода для машиностроения имеют скорее тенденцию к повышению, а для текстильной – к понижению. Возникает вопрос, какие механизмы стоят за полученными результатами.

В рамках НТР последние 50 лет характеризуются постоянной модернизацией отраслей промышленности. Определяющую роль начинают играть информационные и коммуникационные технологии. В активах компании значительно увеличивается доля информационно-коммуникационного оборудования, а именно, программного обеспечения, компьютерного и коммуникационного оборудования. Вследствие чего кардинальным образом изменяется структура основного капитала. Например, в отрасли машиностроения доля программного обеспечения в стоимости активной части основного капитала увеличилась на 3,6% (8% в 2004 г.), а доля компьютеров увеличилась на 1% (10,7% в 2004 г.) [Клинов, 2006]. Соответственно предприятия тратили огромные суммы на приобретение оборудования. Таким образом, материальные затраты могли расти опережающими темпами в течение исследуемого периода. В пользу полученных результатов в отрасли машиностроения также свидетельствует широкое распространение теории информационно-коммуникационных технологий в середине 1970-х годов. Гибкое автоматизированное производство начало заменять поточное производство, которое является не менее капиталоемким и позволяет также сэкономить на масштабе, как и другой способ производства. Однако новый способ производства позволяет сократить длительность производственного цикла, увеличив разнообразие ассортимента продукции («массовая кастомизация») [Freeman, Louca, 2001].

В рамках исследования также было выявлено, что выпуск отрицательно влияет на материальные затраты с лагом в один год в пищевой промышленности. Отрицательное долгосрочное влияние выпуска промышленности на материальные затраты было обнаружено в текстильной промышленности. Выявленные закономерности могут служить косвенным подтверждением существенных технологических изменений, произошедших в отраслях.

Мы видим, что отрасли промышленности США, как и отрасли российской промышленности, также сильно неоднородны с точки зрения влияния, которое оказывают инвестиции в основной капитал. При этом нами были рассмотрены только шесть укрупненных отраслей, как было сделано в работе [Канторович, Назруллаева, 2009], в которой было выбрано двенадцать отраслей для анализа. Статистической информации в базе данных, с которой мы работаем, содержится гораздо больше, чем было использовано в рамках данного исследования. Анализ дезагрегированных подотраслей в машиностроении и текстильной промышленности может дополнительно прояснить, почему мы наблюдаем разные эффекты в данных отраслях. Означает ли выявленный эффект снижения удельных материальных затрат в текстильной промышленности улучшение технологий производства? Возможно, что анализ подотраслей также позволит понять, почему нами не было выявлено явной взаимосвязи между затратами и инвестициями в оставшихся че-

тырех укрупненных отраслях. В качестве направлений для дальнейшего исследования можно выделить следующее: переход к анализу данных по предприятиям (однако это означает смену источника данных). Как уже было отмечено, агрегированные эффекты на уровне отрасли складываются из неоднородных эффектов по предприятиям. При этом на данных по предприятиям можно тестировать механизм: действительно ли техническая эффективность предприятий растет с ростом инвестиций. Также можно рассмотреть, с каким лагом проявляется данный эффект и какие именно предприятия осуществляют основную массу инвестиций в отрасли.

Приложение

Таблица П1.

Отрасль	Код NAICS
Пищевая промышленность	311 + 312
Текстильная промышленность	313 + 314
Производство нефтяных и угольных продуктов	324
Химическая промышленность	325 + 326
Машиностроение	333
Производство транспортного оборудования	336

Таблица П2.

**Результаты тестирования
на наличие единичных корней**

Инвестиции			Материальные затраты			Выпуск		
(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Пищевая промышленность								
-2,59	-2,54	0,096	-2,86	-2,96	0,085	-3,97**	-3,95**	0,14*
Текстильная промышленность								
-2,93*	-2,99**	0,15	-2,067	-2,012	0,15**	-1,93	-1,78	0,16**
Производство нефтяных и угольных продуктов								
-2,59	-2,79	0,11	-1,69	-1,85	0,17**	-1,798	-1,897	0,16**
Химическая промышленность								
-3,12	-1,95	0,11	-2,47	-2,29	0,17**	-2,38	-3,52**	0,198**
Машиностроение								
-2,0034	-2,0034	0,13*	-2,43	-2,33	0,105	-2,57	-2,27	0,14*
Производство транспортного оборудования								
-3,84**	-3,48*	0,17**	-2,76	-2,84	0,15**	-3,40*	-3,29*	0,086

Примечание: (1) – тест Дикки – Фуллера; (2) – тест Филиппа – Перрона; (3) – тест KPSS. ***, **, * – отвергается на одно-, пяти- и десятипроцентном уровнях значимости для теста KPSS при нулевой гипотезе о стационарности процесса. Критические значения статистики KPSS на одно-, пяти- и десятипроцентном уровнях значимости: 0,22; 0,15; 0,12 соответственно. Критические значения статистики Дикки – Фуллера при нулевой гипотезе о наличии единичного корня на одно-, пяти- и десятипроцентном уровнях значимости: -4,17; -3,51; -3,18 соответственно.

Таблица ПЗ.

**Результаты тестов на наличие коинтеграционного соотношения
(двухшаговая процедура Энга – Грэнджера, тест Йохансена)**

	1 шаг процедуры Энга – Грэнджера (оценки коэффициентов)				2 шаг проце- дуры Энга – Грэнджера	Тест Йохансена	Модель
	const	Log(I)	Log(Y)	trend	t-statistics	Trace test	
Пищевая промышленность (включая напитки и табачные изделия)							
Log(C)	1,64	0,048	0,796	-	-3,0065	0 CI	(4)
Текстильная промышленность							
Log(C)	0,48	0,037	0,89	-	-3,91***	1 CI	(4)
Нефтяные и угольные продукты							
Log(C)	-4,69	0,079	1,35	-0,011	-2,39	0 CI	(3)
Химическая промышленность							
Log(C)	3,21	0,14	0,58	0,0063	-3,68***	3CI/2CI	(3)/(4)
Машиностроение							
Log(C)	-1,44	-0,091	1,10	0,0062	-1,22	0 CI	(4)
Производство транспортного оборудования							
Log(C)	-3,37	-0,11	1,29	-	-2,55	0 CI	(4)

Примечание: критические значения Маккиннона – асимптотические: -4,2981 (1%), -3,7429 (5%), -3,4518 (10%); для конечной выборки: T = 47, -4,6124 (1%), -3,9267 (5%), -3,5859 (10%).

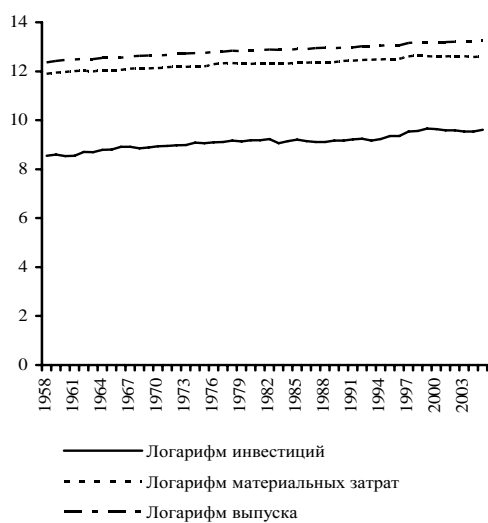


Рис. П1. Динамика изучаемых переменных для пищевой промышленности

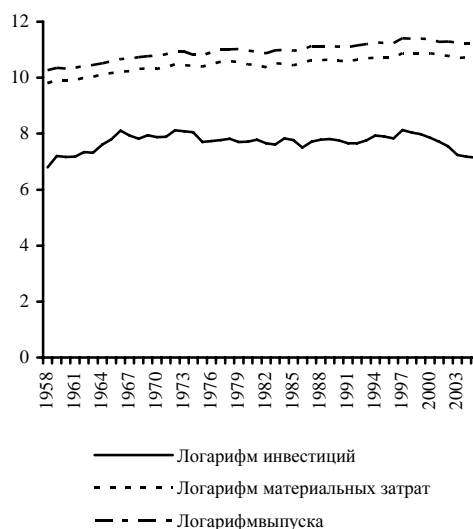


Рис. П2. Динамика изучаемых переменных для текстильной промышленности

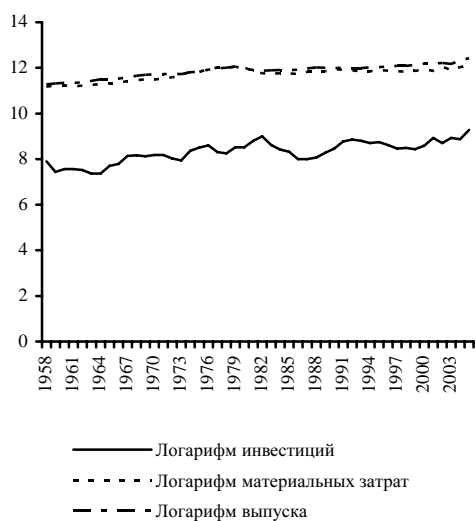


Рис. П3. Динамика изучаемых переменных для отрасли по производству нефтяных и угольных продуктов

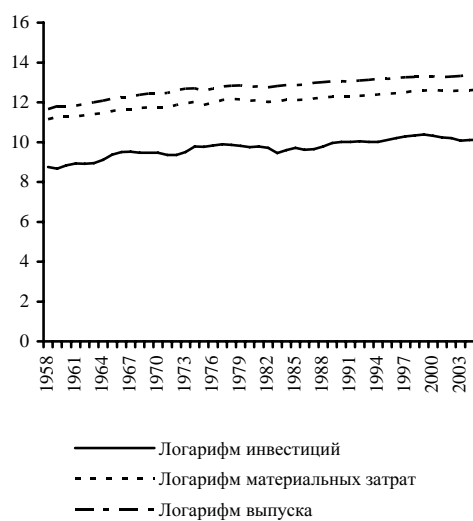


Рис. П4. Динамика изучаемых переменных для химической отрасли

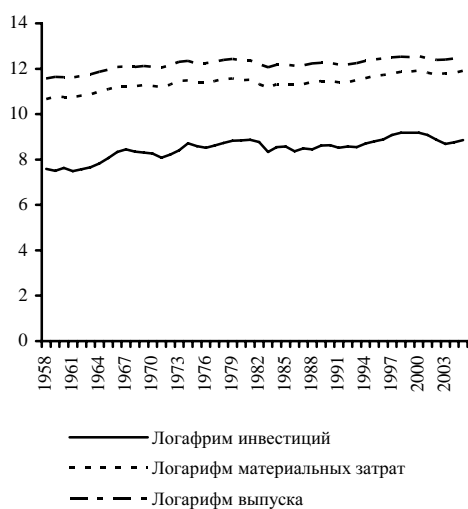


Рис. П5. Динамика изучаемых переменных для машиностроения

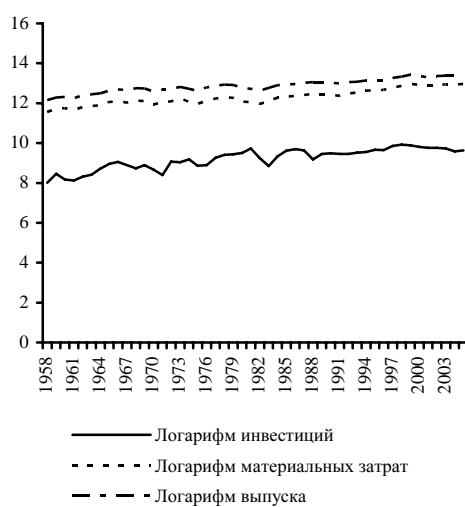


Рис. П6. Динамика изучаемых переменных для отрасли по производству транспортного оборудования

* *

*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вааг Л.А., Захаров С.Н. Методы экономической оценки в энергетике. М.: Л.: Госэнергоиздат, 1962.

Ершов Э.Б., Яременко Ю.Б., Смышляев А.С. Модель межотраслевых взаимодействий // Экономика и математические методы. 1975. Т. 11. № 3.

Ершов Э.Б. Развитие и реализация идей модели межотраслевых взаимодействий для российской экономики // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2008. Т. 12. № 1. С. 1–29.

Канторович Г.Г. Лекции: Анализ временных рядов // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2003. Т. 6. № 1–4. Т. 7. № 1.

Канторович Г.Г., Назруллаева Е.Ю. Удельные затраты в отраслях российской промышленности: ведут ли прямые инвестиции к их снижению? // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2009. Т. 13. № 1. С. 59–79.

Клинов В.Г. Современные тенденции развития машиностроения // Вопросы экономики. 2006. № 9. С. 31–46.

Лурье А.Л. Методы сопоставления эксплуатационных расходов и капиталовложений при экономической оценке технических мероприятий // Вопросы экономики железнодорожного транспорта. М., 1948. С. 6–15.

Лурье А.Л. О математических методах решения задач на оптимум при планировании социального хозяйства. М.: Наука, 1964.

Львов Д.С., Богачев В.Н. Срок окупаемости. Теория сравнения плановых вариантов. М.: Экономика, 1966.

Михалевский Б.Н. Система моделей среднесрочного народнохозяйственного планирования. Принципы, обзор, описание верхнего уровня народнохозяйственного планирования. М.: Наука, 1972.

Назруллаева Е.Ю. Моделирование влияния инвестиций в основной капитал на материальные затраты в отраслях российской промышленности: дис. к.э.н. (на правах рукописи). М.: ГУ ВШЭ, 2010.

Новожилов В.В. Измерение затрат и их результатов в социалистическом хозяйстве // Применение математики в экономических исследованиях. Т. 1. М., 1959.

Пугачев В.Ф., Пителин А.К. Народнохозяйственная оценка инвестиционных проектов // Экономика и математические методы. 2001. Т. 37. № 2. С. 3–13.

Щетинин Е.И., Назруллаева Е.Ю. Производственный процесс в пищевой промышленности: взаимосвязь инвестиций в основной капитал и технической эффективности // Прикладная эконометрика. 2012. № 4. С. 63–84.

Bartelsman E., Gray W. The NBER Manufacturing Productivity Database: Technical Working Paper 205. National Bureau of Economic Research. 1996.

Becker R.A., Gray W.B. NBER–CES Manufacturing Industry Database, 1997 NAICS version // The National Bureau of Economic research. (<http://www.nber.org/data/nbprod2005.html>)

Becker R.A., Gray W.B., Marvakov J. NBER – CES Manufacturing Industry Database: Technical Notes. 2013.

Bester H., Petrakis E. The Incentives for Cost Reduction in a Differentiated Industry // International Journal of Industrial Organization. 1993. Vol. 11. P. 519–534.

Corradi V. Nonlinear Transformations of Integrated Time Series: A Reconsideration // Journal of Time Series Analysis. 1995. Vol. 16. P. 539–549.

Engle R.F., Granger C.W.J. Error Correction: Representation, Estimation, and Testing // Econometrica. 1987. Vol. 55. № 2. P. 251–276.

Flaherty M.T. Industry Structure and Cost-reducing Investment // Econometrica. 1980. Vol. 48. № 5. P. 1187–1209.

Freeman C., Louca F. As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution. Oxford: Oxford University Press, 2001.

Glynn J., Perera N., Verma R. Unit Root Tests and Structural Breaks: Survey with Applications // Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa (Journal of Quantitative Methods for Economics and Business Administration). 2007. Vol. 3. № 1. P. 63–79.

Jorgenson D.W. Capital Theory and Investment Behavior // American Economic Review. 1963. Vol. 53. № 2. P. 247–259.

Lütkepohl H. Econometric Analysis with Vector Autoregressive Models: Economics Working Papers ECO European University Institute. 2007. № 11.

MacKinnon J.G. Critical Values for Cointegration Tests // R.F. Engle, C.W.J. Granger (eds.) Long-run Economic Relationships: Readings in Cointegration. Oxford: Oxford University Press, 1991.

Morrison C.J. Structural Change, Capital Investment, and Productivity in the Food Processing Industry // American Journal of Agricultural Economics. 1997. Vol. 79. № 1. P. 110–125.

Nadiri M.I., Mamuneas T.P. The Effects of Public Infrastructure and R&D Capital on the Cost Structure and Performance of U.S. Manufacturing Industries // Review of Economics and Statistics. 1994. Vol. 76. № 1. P. 22–37.

Petrakis E., Roy S. Cost-Reducing Investment, Competition, and Industry Dynamics // International Economics Review. 1999. Vol. 40. № 2. P. 381–401.

Peretto P.F., Seater J.J. Factor-eliminating Technical Change: Economic Research Initiatives at Duke (ERID) Working Paper 17. 2007.

Perron P. The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis // Econometrica. 1989. Vol. 57. № 6. P. 1361–1401.

Sakellaris P., Wilson D.J. Quantifying Embodied Technological Change // Review of Economic Dynamics. 2004. Vol. 7. P. 1–26.

Sims C.A. Macroeconomics and Reality // Econometrica. 1980. Vol. 48. P. 1–48.

Spence M. Cost Reduction, Competition and Industry Performance // Econometrica. 1984. Vol. 52. № 1. P. 101–121.

United States Census Bureau. Annual Survey of Manufactures (ASM). (<http://www.census.gov/manufacturing/asm/definitions>)

Zivot E., Andrews D.W.K. Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-root Hypothesis // Journal of Business & Economic Statistics / American Statistical Association. 1992. Vol. 10. № 3. P. 251–270.

Modeling the Influence of Fixed Capital Investment on Material Costs in U.S. Economic Activities, 1958–2005

Krasnopeeveva Nataliya¹, Nazrullaeva Eugenia²

¹ National Research University Higher School of Economics,
20, Myasnitskaya ul., Moscow, 101990, Russian Federation.
E-mail: n.a.krasnopeeveva@gmail.com

² Department of Political Science, University of California,
4289 Bunche Hall, Box 951472 Los Angeles, CA 90095-1472.
E-mail: e.nazrullaeva@gmail.com

Do higher fixed capital investments lead to lower unit material costs in the manufacturing sector? Is there homogeneity across industries with respect to the relationship between material costs and investments? What is the underlying mechanism which can explain this relationship? One of the possible mechanisms explaining the negative association between investments and costs is technological progress. In this paper we study whether fixed capital investments can lead not only to higher output in an industry, but also to lower material costs, and whether lower costs per unit of output are related to a technological replacement of fixed. This research problem has not been studied yet using the U.S. industry data. We study six main manufacturing industries in the U.S., based on the NAICS industrial classification, during the period 1958–2005 (the source is the NBER–CES database). The database is unique as it contains price deflators for investments in fixed capital and for material costs. We also know that during the period under consideration there was an investment boom in the U.S. industry. We are modeling the relationship between investments and costs using the two types of models: vector autoregressive model (when the studied processes are stationary) and error correction model (when the processes are non-stationary). Vector autoregressive models allow to avoid explicit assumptions about the direction of causality between investments and costs. We also test and control for possible endogenous structural changes in the estimated models. Our results suggest that the effect of fixed capital investments is heterogeneous across industries: the statistically significant effect of investments exists only in two studied industries out of six (in textile industry and in machinery).

Key words: fixed capital investments; unit material costs; technological progress; intensive industry's growth; U.S. manufacturing sector.

JEL Classification: C22, E22, E23, O30.

* *
*

References

Vaag L.A., Zaharov S.N. (1962) *Metody jekonomicheskoy ocenki v jenergetike* [Methods of Economic Assessment in the Energy Sector]. Moscow, Leningrad: Gosjenergoizdat.

Ershov Je.B., Jaremenko Ju.B., Smyshljaev A.S. (1975) Model' mezhotraslevykh vzaimodejstvij [Model of Interindustry Interactions]. *Jekonomika i matematicheskie metody*, vol. 11, no 3.

Ershov Je.B. (2008) Razvitie i realizacija idej modeli mezhotraslevykh vzaimodejstvij dlja rossijskoj jekonomiki [Model of Interindustry Interactions in Russian Economy: Initial Ideas and New Developments]. *HSE Economic Journal*, vol. 12, no 1, pp. 1–29.

Kantorovich G.G. (2003) Lekcii: Analiz vremennykh rjadov [Lectures: Time Series Analysis]. *HSE Economic Journal*, vol. 6, no 1–4, vol. 7, no 1.

Kantorovich G.G., Nazrullaeva E.Ju. (2009) Udel'nye zatraty v otrasljah rossijskoj promyshlennosti: vedut li prjamyje investicii k ih snizheniju? [The Reduction of Costs per Unit of Output in Russian Industry: Direct Investment as a Reason]. *HSE Economic Journal*, vol. 13, no 1, pp. 59–79.

Klinov V.G. (2006) Sovremennye tendencii razvitiya mashinostroenija [Contemporary Tendencies of Engineering Industries Development]. *Voprosy jekonomiki*, no 9, pp. 31–46.

Lur'e A.L. (1948) Metody sopostavlenija jekspluatacionnykh rashodov i kapitalovlozhenij pri jekonomicheskoy ocenke tehniceskikh meroprijatij [Mapping Methods of Operational Costs and Investments in the Economic Evaluation of Technical Measures]. *Voprosy jekonomiki zheleznodorozhnogo transporta*, pp. 6–15.

Lur'e A.L. (1964) *O matematicheskikh metodah reshenija zadach na optimum pri planirovanii socialisticheskogo hozjajstva* [The Mathematical Methods of the Decision of Problems on Optimum in Planning of a Socialist Economy]. Moscow: Science.

L'vov D.S., Bogachev V.N. (1966) *Srok okupaemosti. Teorija sravnenija planovykh variantov* [Payback Period. Theory Comparison of Target Options]. Moscow: Economy.

Mihalevskij B.N. (1972) *Sistema modelej srednesrochnogo narodnohozjajstvennogo planirovanija. Principy, obzor, opisanie verhnego urovnja narodnohozjajstvennogo planirovanija* [The System of Models of the Medium-term Economic Planning. Principles, Overview, Description of the Top Level of the National Economic Planning]. Moscow: Science.

Nazrullaeva E.Ju. (2010) *Modelirovanie vlijanija investicij v osnovnoj kapital na material'nye zatraty v otrasljah rossijskoj promyshlennosti: dis. k.je.n. (na pravah rukopisi)* [Modeling of Influence of Investment in Fixed Capital in Material Costs in the Branches of Russian Industry]. Moscow: HSE.

Novozhilov V.V. (1959) Izmerenie zatrat i ih rezul'tatov v socialisticheskom hozjajstve [Measurement of the Costs and their Results in the Socialist Economy]. *Primenenie matematiki v jekonomicheskikh issledovanijah*, vol. 1.

Pugachev V.F., Pitelin A.K. (2001) Narodnohozjajstvennaja ocenka investicionnykh proektov [Economic Assessment of Investment Projects]. *Jekonomika i matematicheskie metody*, vol. 37, no 2, pp. 3–13.

Shhetinin E.I., Nazrullaeva E.Ju. (2012) Proizvodstvennyj process v pishhevoj promyshlennosti: vzaimosvjaz' investicij v osnovnoj kapital i tehniceskoy jeffektivnosti [Production Processes in Food Industry: The Relationship of Capital Investments and Technical Efficiency]. *Prikladnaja jekonometrika*, no 4, pp. 63–84.

Bartelsman E., Gray W. (1996) *The NBER Manufacturing Productivity Database*. Technical Working Paper 205. National Bureau of Economic Research.

Becker R.A., Gray W.B. (1997) NBER–CES Manufacturing Industry Database, 1997 NAICS version. *The National Bureau of Economic research*. <http://www.nber.org/data/nbprod2005.html>

Becker R.A., Gray W.B., Marvakov J. (2013) NBER – CES Manufacturing Industry Database. *Technical Notes*.

- Bester H., Petrakis E. (1993) The Incentives for Cost Reduction in a Differentiated Industry. *International Journal of Industrial Organization*, vol. 11, pp. 519–534.
- Corradi V. (1995) Nonlinear Transformations of Integrated Time Series: A Reconsideration. *Journal of Time Series Analysis*, vol. 16, pp. 539–549.
- Engle R.F., Granger C.W.J. (1987) Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, vol. 55, no 2, pp. 251–276.
- Flaherty M.T. (1980) Industry Structure and Cost-reducing Investment. *Econometrica*, vol. 48, no 5, pp. 1187–1209.
- Freeman C., Louca F. (2001) *As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Glynn J., Perera N., Verma R. (2007) Unit Root Tests and Structural Breaks: Survey with Applications. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa (Journal of Quantitative Methods for Economics and Business Administration)*, vol. 3, no 1, pp. 63–79.
- Jorgenson D.W. (1963) Capital Theory and Investment Behavior. *American Economic Review*, vol. 53, no 2, pp. 247–259.
- Lütkepohl H. (2007) *Econometric Analysis with Vector Autoregressive Models*. Economics Working Papers ECO European University Institute. no 11.
- MacKinnon J.G. (1991) Critical Values for Cointegration Tests. *Long-run Economic Relationships: Readings in Cointegration* (eds. R.F. Engle, C.W.J. Granger), Oxford: Oxford University Press.
- Morrison C.J. (1997) Structural Change, Capital Investment, and Productivity in the Food Processing Industry. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 79, no 1, pp. 110–125.
- Nadiri M.I., Mamuneas T.P. (1994) The Effects of Public Infrastructure and R&D Capital on the Cost Structure and Performance of U.S. Manufacturing Industries. *Review of Economics and Statistics*, vol. 76, no 1, pp. 22–37.
- Petrakis E., Roy S. (1999) Cost-Reducing Investment, Competition, and Industry Dynamics. *International Economics Review*, vol. 40, no 2, pp. 381–401.
- Peretto P.F., Seater J.J. (2007) *Factor-eliminating Technical Change*. Economic Research Initiatives at Duke (ERID) Working Paper 17.
- Perron P. (1989) The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. *Econometrica*, vol. 57, no 6, pp. 1361–1401.
- Sakellaris P., Wilson D.J. (2004) Quantifying Embodied Technological Change. *Review of Economic Dynamics*, vol. 7, pp. 1–26.
- Sims C.A. (1980) Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, vol. 48, pp. 1–48.
- Spence M. (1984) Cost Reduction, Competition and Industry Performance. *Econometrica*, vol. 52, no 1, pp. 101–121.
- United States Census Bureau. *Annual Survey of Manufactures (ASM)*. <http://www.census.gov/manufacturing/asm/definitions>
- Zivot E., Andrews D.W.K. (1992) Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unitroot Hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics. American Statistical Association*, vol. 10, no 3, pp. 251–270.