

УДК 338.45
JEL 60 C 33

А. В. Соколов^{1,2}, А. О. Римская^{2,3}

¹ *Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН
пр. Академика Лаврентьева, 17, Новосибирск, 630090, Россия*

² *Новосибирский государственный университет
ул. Пирогова, 2, Новосибирск, 630090, Россия*

³ *Пражский университет Vysoká škola finanční a správní
a.s. Estonská 500, 101 00 Praha 10, Прага, Чехия*

alsokolov@ieie.nsc.ru

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РФ

Выделены основные факторы, влияющие на производительность труда предприятий ОПК. При элиминировании ряда факторов определен вид функциональной зависимости между изменением производительности труда (на предприятии относительно среднеотраслевого уровня) и относительной заработной платой (на предприятии относительно среднеотраслевого уровня с учетом регионального коэффициента). Показано, что зависимость носит степенной характер, и отмечена неэластичность производительности труда по заработной плате. Это означает, что рост заработной платы работников на оборонном предприятии относительно уровней как в среднем по подотрасли ОПК, к которой принадлежит предприятие, так и в среднем по субъекту федерации, в котором расположено предприятие, является для работников стимулом к росту производительности труда, однако с дальнейшим ростом заработной платы – все меньшими темпами. Определены значения относительного превышения величины заработной платы предприятий ОПК среднеотраслевого (с учетом регионального коэффициента) уровня, максимизирующие их целевые показатели – при учете специфики деятельности оборонных предприятий (производства продукции как военного, так и гражданского назначения).

Ключевые слова: оборонно-промышленный комплекс, производительность труда, кадровая политика, заработная плата, психологический фактор, положительная селекция, регрессионные модели, панельные данные.

Одним из важнейших показателей эффективности деятельности в экономике на различных уровнях агрегирования – микро-, мезо- и макроуровне – является производительность труда. Сравнение результатов деятельности различных экономических субъектов по этому показателю, с одной стороны, позволяет дать качественную оценку производства; с другой стороны, при использовании такого показателя, как производительность труда, возникает множество трудностей, связанных с точностью определения значения этого показателя ввиду специфики статистики, а также с корректностью сравнения различных экономических субъектов в связи с влиянием на значения этого показателя целого комплекса факторов. Проблемы трудности измерения производительности труда в российской статистике раскрываются, в частности, в работах Е. С. Узяковой и М. Н. Узякова [1; 2]. В работе А. А. Широга и др. [3] выявляется круг факторов, определяющих пределы роста эффективности использования трудовых ресурсов в высокотехнологичных производствах, а также оценивается вклад производительности труда в прирост добавленной стоимости и экономический рост. Б. А. Котляр [4]

Соколов А. В., Римская А. О. Методологические вопросы моделирования эффективности труда на предприятиях оборонно-промышленного комплекса РФ // Мир экономики и управления. 2016. Т. 16, № 4. С. 48–66.

исследует стимулирующую роль оплаты труда путем определения оптимального соотношения средней и минимальной заработной платы на предприятии (индекс Кейтца). А. М. Соловьев [5] анализирует взаимную увязку динамики производительности труда и заработной платы в российском ОПК при ограничении величины военных расходов – и соответственно расходов на оплату труда в «оборонке». В работе А. Г. Коровкина [6] проводится анализ на макроуровне масштабов рассогласования спроса и предложения на рабочую силу в РФ, выявляются основные доминанты изменения спроса на рабочую силу и ее предложения. В работе анализируется совместная динамика числа вакантных рабочих мест и численности потенциальных работников в рамках односекторных и многосекторных моделей спроса и предложения, представляющих собой системы дифференциальных уравнений; оценка факторов, влияющих на переменные модели (в число этих факторов входит и заработная плата), проводится эконометрическими методами. В работе Й. Фудживара и Х. Аояма [7] (Университет Киото, Япония) исследуется дисперсия производительности труда между фирмами и отраслями, взаимосвязь между заработной платой и производительностью труда путем стохастического моделирования процесса перетекания рабочей силы – перехода работников из фирм с меньшей производительностью труда в фирмы с большим значением этого показателя, а также перехода из состояния занятых в состояние безработных и обратно.

В данной статье предпринята попытка проанализировать взаимное влияние, которое оказывают друг на друга производительность труда и размер оплаты труда на мезоуровне: объектом исследования выступает совокупность предприятий такого специфического направления деятельности, как оборонно-промышленный комплекс (ОПК) страны.

ОПК страны, пережив период серьезного спада производства в 1990-х гг., демонстрирует тенденцию роста начиная с 1998 г. Изначально оживление производства было связано с расширением экспорта вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ); однако в течение 2000-х гг. объем производства продукции военного назначения в рамках гособоронзаказа в натуральном выражении почти не рос (или рос малыми темпами). Коренные изменения произошли в 2010-х гг., когда в рамках выполнения Государственной программы вооружений до 2020 г. государство начало финансировать закупку ВВСТ в принципиально больших, чем ранее, объемах и, кроме того, стало содействовать в решении накопившихся к этому времени у предприятий ОПК проблем (о чем пойдет речь ниже). Производство гражданской продукции, конкурентоспособной как на внутреннем, так и на внешнем рынке, во многом остается недостижимой пока для российской «оборонки» целью, хотя в последние годы можно отметить некоторые относительные успехи в этом направлении (в частности, в области гражданского самолетостроения). Одним из ключевых вопросов для российского ОПК является определение тенденции развития: как было отмечено выше, основным драйвером для него в 2010-х гг. является выпуск ВВСТ в рамках гособоронзаказа, однако остается открытым вопрос о том, как долго будет сохраняться эта тенденция. Так, по заявлению В. Путина, начиная с 2018 г. начнет сокращаться закупка вооружений в рамках гособоронзаказа, «оборонка» должна наладить выпуск конкурентной, высокотехнологичной продукции гражданского назначения, и «нужно думать об этом сегодня и предпринимать необходимые для этого шаги»¹. Важнейшей проблемой, которую предстоит решить российскому ОПК, является улучшение качественных показателей производства, эффективности деятельности; один из таких показателей – производительность труда.

Таким образом, вопрос исследования круга факторов, оказывающих влияние на производительность труда в российском ОПК, а также степени их влияния на этот показатель не является сугубо теоретическим: с ростом производительности труда связываются перспективы развития отечественной «оборонки», включающей, как известно, не только производство ВВСТ, но и производство фактически всей высокотехнологической наукоемкой продукции гражданского назначения. В Госпрограмме «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», утвержденной Постановлением Правительства РФ № 328 от 15.04.2014, в подпрограмме 5 «Ускоренное развитие оборонно-промышленного комплекса (открытая часть)» запланировано повышение производительности труда в российском ОПК в 2012–

¹ Путин: производительность труда в ОПК РФ с 2007 года выросла вдвое // ТАСС. Информационное агентство России. 19.04.2016. URL: <http://tass.ru/ekonomika/3218920>

2020 гг. со среднегодовым темпом прироста 9 %; при этом за тот же период реальная заработная плата в этом секторе экономики должна вырасти со среднегодовым темпом лишь 7,5 %².

Систематизируя факторы, оказывающие влияние на производительность труда в ОПК, можно выделить следующие их группы (рис. 1).



Рис. 1. Основные факторы, влияющие на производительность труда в ОПК РФ

Во-первых, производительность труда во многом определяется применяемыми технологиями производства и соответствующими им основными производственными фондами. Как известно, для российской промышленности в целом и для ОПК в частности важным последствием нехватки финансовых средств в 1990–2000-х гг. является старение – моральное и физическое – производственной базы. В 2010-х гг. государство, реализуя Государственную программу вооружений до 2020 г., стало заниматься решением проблемы состояния производственных фондов оборонных предприятий – понимая, что, с одной стороны, за счет собственных финансовых средств те вряд ли смогут произвести широкомасштабную замену основных производственных фондов, а заемные средства при сложившейся в российской экономике ставке банковского процента по кредитам являются для оборонных предприятий – без адресной поддержки государства – малодоступными. Государство в настоящее время осуществляет такие меры адресной поддержки оборонных предприятий, как федеральное поручительство по кредитам, привлекаемым организациями ОПК для целей выполнения государственного оборонного заказа; включение предприятия в соответствующую ФЦП.

² Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 328 // Портал Госпрограмм РФ. URL: <https://programs.gov.ru/Portal/programs/indicatorsGpFin?gpld=17&type=pgp&id=B8198CE8-A00E-47F9-9F1D-1E943D646315>

Таким образом, при анализе производительности труда необходимо учитывать возрастную структуру основных производственных фондов предприятий ОПК, определяемую выбытием старых – и в первую очередь устаревших морально – производственных фондов, и вводом в действие новых. При этом стоит отметить, что такой показатель, как коэффициент замены основных производственных фондов, является лаговой переменной: ввод в действие некоторого объема новых фондов в текущем году позволяет использовать современные технологии производства продукции в течение не одного года, а до их устаревания (в первую очередь морального).

Во-вторых, предприятиям необходимо обеспечить процесс положительной селекции кадров, т. е. возможность приглашать и удерживать работников соответствующей квалификации. Основная проблема, с которой столкнулись оборонные предприятия в рамках реализации Государственной программы вооружений до 2020 г., – это дефицит кадров. В 1990-х гг., когда «оборонка» страны испытывала серьезные проблемы, связанные, в первую очередь, с резким падением гособоронзаказа, для нее естественным состоянием стал постоянный отток кадров (причем несколько более низкими темпами, чем в тот период, падал объем производства). С конца 1990-х гг., когда в «оборонке» наметилось оживление и объемы производства стали расти, тенденция оттока кадров все же не изменилась. Кроме того, уже к концу 1990-х гг. в ОПК сформировалась так называемая «возрастная яма», т. е. преобладание в возрастной структуре занятых двух групп: молодых работников с минимальным опытом и работников предпенсионного и пенсионного возраста. В настоящее время ситуация несколько меняется в лучшую сторону. Так, по состоянию на 2014 г., по заявлению директора департамента ОПК Министерства промышленности и торговли Российской Федерации О. Рязанцева, «общая численность работников, занятых в организациях ОПК, составила около 2 млн человек, в том числе более 1,3 млн человек было занято в оборонных отраслях промышленности»; «отмечается снижение среднего возраста работников ОПК, который составил в промышленности – менее 45 лет, и в научной сфере – 46,4 года»; «более 30 % работников ОПК – это молодежь в возрасте до 35 лет»³.

В-третьих, изменение заработной платы работников является для них психологическим стимулом роста либо снижения результатов труда. Следует оговориться, что для человека естественно сравнивать условия своего существования с условиями существования других людей. В нашем случае предполагается, что работники конкретного предприятия могут сравнивать величину своей заработной платы как с зарплатой других работников этого же предприятия, так и с величиной средней заработной платы по совокупности объектов, например в среднем по подотрасли ОПК, к которой относится данное предприятие, или в среднем по региону, в котором находится это предприятие. Проверить первую гипотезу (сравнение величины заработной платы внутри предприятия на уровне отдельных работников между собой) не представляется возможным из-за специфики имеющейся информации: доступные статистические данные как по величине заработной платы, так и результатам деятельности (таких, в частности, как выработка на одного занятого), являются средними по предприятию. Проверка же гипотезы влияния изменения относительной заработной платы (работников предприятия относительно средней по подотрасли либо по региону) при специфике имеющейся информации осуществима.

Помимо производительности труда, каждый из проанализированных факторов может оказывать влияния и на качество производимой продукции. Так, резкий рост объемов гособоронзаказа при высокой степени изношенности производственных фондов, а также при практически неизменной численности и структуре занятых в начале 2010-х гг. привел к резкому повышению числа претензий к производителям со стороны заказчика – Министерства обороны⁴.

³ Рязанцев О. Н. Об основных итогах развития ситуации в оборонно-промышленном комплексе в 2014 году и основных задачах на ближайшую перспективу // Федеральный справочник. URL: <http://federalbook.ru/files/OPK/Soderjanie/OPK-11/III/Ryazancev.pdf>

⁴ Нуриахметова Е. Первый заместитель Министра обороны России А. Сухоруков назвал проблемы выполнения заданий ГОЗ // Новости ВПК. 09.08.2012. URL: http://vpk.name/news/73440_pervyy_zamestitel_ministra_oboronyi_rossii_a_suhorukov_nazval_problemyi_vyipolneniya_zadanii_goz.html; Минобороны выписало предприятиям штрафов на 24 млрд руб. в 2011 г. // Новости ВПК. 10.08.2012. URL: http://vpk.name/news/73454_minoboronyi

Таким образом, в 2010-х гг. в связи с ростом объемов производства ВВСТ перед оборонными предприятиями при решении кадровых вопросов встали следующие задачи.

- Обеспечить численность занятых, нужную для «заполнения» соответствующими кандидатами всех рабочих мест. Притом что процесс подготовки кадров требует определенного времени, решать данную проблему предприятиям приходится всеми возможными способами, в частности путем привлечения бывших работников, уже вышедших на пенсию. Понятно, что подобные меры могут давать эффект только временно; при этом новые кадры нужно не только воспитать, их нужно еще и удержать на предприятии, т. е. найти те стимулы, которые способствовали бы снижению текучести кадров.

- Применение новых технологий требует и наличия работников, умеющих с этими технологиями обращаться. Поэтому необходимы сдвиги в качественной структуре работников, рост кадрового потенциала «оборонки».

- Отмеченная выше сложившаяся в ОПК проблема «возрастной ямы» требует изменений в возрастной структуре работников, т. е. роста доли работников, с одной стороны, уже обладающих определенным опытом, а с другой стороны, еще находящихся в относительно молодом возрасте.

Для решения этих задач оборонными предприятиями при содействии государства могут предприниматься следующие действия. Во-первых, предприятия могут стимулировать достижение краткосрочных (психологический фактор) и долгосрочных эффектов (изменение структуры занятых, положительная селекция кадров) путем роста относительной заработной платы в «оборонке». Во-вторых, процесс подготовки кадров подразумевает как самостоятельные действия оборонных предприятий (сотрудничество с учреждениями высшего и специального образования), так и действия государства в этом направлении, в частности реализацию Государственной программы «Подготовка квалифицированных кадров для организаций оборонно-промышленного комплекса в 2014–2020 годах». Кроме того, в последние годы в стране утверждена «Стратегия развития системы многоуровневого непрерывного образования в оборонно-промышленном комплексе на период до 2020 года», а также создан Федеральный центр мониторинга подготовки квалифицированных кадров для организаций ОПК (Федеральный кадровый центр ОПК)⁵. В-третьих, предприятия при содействии государства могут реализовывать жилищные программы в рамках создания жилищно-строительных кооперативов (Федеральный закон от 30 декабря 2012 г. № 290-ФЗ, предусматривающий расширение перечня категорий граждан, имеющих право быть принятыми в члены кооперативов путем включения в перечень работников организаций оборонно-промышленного комплекса, включенных в сводный реестр организаций оборонно-промышленного комплекса)⁶.

Ниже предлагается подход к эконометрическому моделированию влияния различных факторов на производительность труда в ОПК РФ.

Учет перечисленных факторов может представлять определенные трудности, связанные как со сбором необходимой информации, так и с выбором соответствующей формы уравнений регрессии. В то же время в истории российского ОПК был определенный период, для которого – с некоторой долей условности – можно принять гипотезу о естественном элиминировании множества рассмотренных на рис. 1 факторов, кроме относительной заработной платы. Речь идет о середине 2000-х гг., до наступления мирового экономического кризиса. С одной стороны, в ОПК РФ уже был пройден период резкого сокращения производства (в первую очередь, продукции военного назначения) 1992–1998 гг.; в середине нулевых годов государство, в отличие от предыдущего десятилетия, уже стабильно рассчитывалось с предприятиями за выполняемый госзаказ, объемы которого в натуральном выражении стабилизировались (как отмечалось, темпы роста цен на ВВСТ фактически совпадали с темпами роста затрат на госзаказ в текущих ценах). Относительной большой (более десяти лет) срок

vyipisalo_predpriyatiyam_shtrafov_na_24_mlrd_rub_v_2011g.html; Итоги выполнения гособоронзаказа в 2011 г. и перспективы на 2012 г. // Новости ВПК. 30.01.2012. URL: http://vpk.name/news/63964_itogi_vyipolneniya_gosoboronzakaza_v_2011_g_i_perspektivy_na_2012_g.html

⁵ Мантуров Д. В. Кадровое обеспечение модернизации оборонно-промышленного комплекса // Официальный сайт Правительства России. URL: <http://government.ru/media/files/tq9jx9OLZmE.pdf>

⁶ Там же.

с начала реформирования ОПК страны для анализируемого периода означал, что у работников предприятий было достаточно времени для принятия решений о продолжении работы на предприятии или уходе с него; стабильные объемы госзаказа в этот период позволяют, на наш взгляд, принять гипотезу о том, что проблемой скрытой безработицы, активно наблюдаемой в российском ОПК в 1990-х гг., можно пренебречь.

Процесс образования в ОПК РФ крупных интегрированных структур по отраслевому принципу стартовал в 2006 г. и широкое развитие получил уже в последующие годы. Была стабильной структура основных производственных фондов ОПК – у предприятий не было в достаточном для капитального их обновления количестве ни собственных финансовых средств, ни возможности (из-за высокой по отношению к уровню рентабельности деятельности предприятий ставки кредита) привлекать заемные средства. Финансовое положение предприятий ОПК, с одной стороны, стабилизировалось по сравнению с состоянием 1990-х гг., а с другой – не позволяло им ни самостоятельно решать вопросы жилищного строительства, ни инвестировать серьезные средства в подготовку кадров. Активное участие государства (как на федеральном уровне, так и на уровне субъектов федерации) в обновлении основных производственных фондов, в реализации жилищной программы и в подготовке кадров отмечается уже, как правило, в более поздний период – в основном, в 2010-х гг.

Имеющаяся информация о результатах деятельности 103 предприятий ОПК семи подотраслей (авиационной промышленности; промышленности боеприпасов и спецхимии; промышленности обычных вооружений; судостроения; электронной промышленности; радио-промышленности; промышленности средств связи) за период 2003–2006 гг.⁷, на наш взгляд, позволяет оценить влияние на производительность труда на оборонных предприятиях психологического фактора, стимула роста либо снижения результатов труда работников при варьировании относительной заработной платы при элиминировании влияния других факторов, т. е. при соблюдении условия прочих равных, а именно:

- отсутствие резких скачков натуральных объемов гособоронзаказа;
- стабильные объем и структура основных производственных фондов;
- отсутствие резких изменений численности и структуры занятых;
- малые объемы скрытой безработицы, которыми можно пренебречь.

На рис. 2 представлена схема проведения соответствующих модельных расчетов.

Для каждого из рассматриваемых предприятий был рассчитан показатель выработки на одного занятого – $V_{ij t}$, а также среднеотраслевой показатель выработки – $V_{отр j t}$ (размерность обоих показателей – тыс. руб./чел. в год). Их частное представляет собой безразмерный показатель, который можно содержательно трактовать как относительную производительность труда (на данном предприятии относительно средней по подотрасли, к которой принадлежит это предприятие), обозначаемое $z_{ij t}$:

$$z_{ij t} = \frac{V_{ij t}}{V_{отр j t}}, \quad (1)$$

где i – индекс предприятия соответствующей подотрасли, $i = \overline{1, N_j}$; N_j – количество предприятий j -й подотрасли; j – индекс подотрасли, $j = \overline{1, 7}$; t – индекс периода времени (года). $t = \overline{2003, 2006}$.

Значения среднемесячной начисленной заработной платы (руб. в мес./чел.) приводились к ценам базового 2003 г. с учетом индекса потребительских цен. Отношение среднемесячной начисленной заработной платы на конкретном предприятии $w_{ij t}$ к среднему значению этого показателя $w_{ср t}$ (гипотезы относительно того, что конкретно будет пониматься под переменной $w_{ср t}$, рассмотрены ниже), является, так же как и показатель $z_{ij t}$, безразмерной величиной.

⁷ Военно-промышленный комплекс России. Реестр предприятий ВПК. М.: ТС-ВПК, 2008 (Электронный ресурс – CD).



Рис. 2. Схема модельных расчетов влияния изменения относительной заработной платы на производительность труда на предприятиях ОПК РФ

ной, обозначаемой нами s_{ijt} , и показывает относительное превышение заработной платы на конкретном предприятии средней заработной платы:

$$s_{ijt} = \frac{w_{ijt}}{w_{cpjt}} \quad (2)$$

Индексы i и j имеют значение при формировании базы модельных расчетов, т. е. при расчете показателей z и s для конкретного предприятия. В дальнейшем мы будем опускать их, обращая внимание – там, где это содержательно необходимо – на индекс года t .

Содержательно понятно, что показатели z и s являются положительными, и могут принимать значения как больше единицы (при превышении показателя на предприятии соответствующего ему среднего), равные единице (при равенстве показателя на предприятии среднему), и меньше единицы (при более низкой производительности труда либо заработной платы на предприятии чем в среднем по соответствующей совокупности).

Таким образом, нашей задачей является оценить конкретный вид функциональной зависимости между показателями z и s :

$$z_t = f(s_t) = f\left(\frac{w_t}{w_{cpt}}\right) \quad (3)$$

т. е. проверить гипотезу о том, что изменение относительной заработной платы является стимулом роста либо снижения результатов труда.

С другой стороны, содержательно можно отметить и обратную взаимосвязь между этими переменными: чем выше относительная производительность труда, тем, при прочих равных, должны быть лучше и результаты финансовой деятельности предприятия, тем больше у него возможностей стимулировать труд занятых. И если для работников стимулом является изменение относительной заработной платы s , что нашло отражение в формуле (2), то предприятие, стимулируя работников, изменяет абсолютное значение среднемесячной начисленной заработной платы текущего года w_t . Кроме того, резонно предположить, что для такого показателя, как заработная плата, наблюдается зависимость от его же значений в предыдущие периоды времени, т. е. авторегрессия. Таким образом, можно выдвинуть гипотезу о наличии следующей функциональной зависимости:

$$w_t = \varphi(z_t, w_{t-1}) \quad (4)$$

где w_{t-1} – значение среднемесячной начисленной заработной платы в предыдущем году.

Принимая гипотезу о мультипликативной форме зависимости между переменными в уравнениях (3) и (4) и учитывая, что как изменение переменной w_t (и, следовательно, при прочих равных, и переменной s_t) оказывает влияние на переменную z_t , так и наоборот, изменение z_t влияет на w_t , можно записать следующую систему уравнений регрессии:

$$\begin{cases} z_t = a_{01} \cdot \frac{(w_t)^{a_{11}}}{(w_{cp\ t})^{a_{21}}} \cdot \varepsilon_1 & (5) \end{cases}$$

$$\begin{cases} w_t = a_{02} \cdot z_t^{a_{12}} \cdot w_{t-1}^{a_{22}} \cdot \varepsilon_2 & (6) \end{cases}$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – ошибки соответственно в первом и во втором уравнениях регрессии структурной формы модели (5)–(6).

Логарифмируя каждое из уравнений (5) и (6) по натуральному основанию, получаем следующий вид системы уравнений:

$$\begin{cases} \ln z_t = \ln a_{01} + a_{11} \cdot \ln w_t - a_{21} \cdot \ln w_{cp\ t} + \ln \varepsilon_1 & (7) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \ln w_t = \ln a_{02} + a_{12} \cdot \ln z_t + a_{22} \cdot \ln w_{t-1} + \ln \varepsilon_2 & (8) \end{cases}$$

Далее большая часть модельных расчетов будет проводиться для системы уравнений в логарифмированном виде (7)–(8), однако сделанные выводы справедливы и для исходной формы системы (5)–(6).

Как видно, переменные $\ln z_t$ и $\ln w_t$ в уравнениях (7) и (8) входят каждая, с одной стороны, в левую часть одного из уравнений системы, т. е. являются объясняемыми (эндогенными) переменными, и в правую часть другого уравнения системы, т. е. являются объясняющими (экзогенными) переменными. В качестве экзогенных / предопределенных переменных в системе уравнений (7)–(8) выступают переменные $\ln w_{cp\ t}$ и $\ln w_{t-1}$.

Таким образом, система уравнений (7) – (8) является системой одновременных (взаимозависимых) переменных, и для нее возникает проблема эндогенности, проявляющаяся в том, что при оценке коэффициентов каждого уравнения модели поодиночке результаты будут смещенными и несостоятельными. Системы уравнений (5) – (6) и (7) – (8) являются структурной формой модели (соответственно исходной и логарифмированной). Для решения проблемы эндогенности применяется метод инструментальных переменных. В качестве инструментальных переменных выступают расчетные значения эндогенных переменных $\ln z_t$ и $\ln w_t$, получаемые путем оценки их значений при переходе к приведенной форме модели, представляющей собой систему уравнений – зависимостей эндогенных переменных от экзогенных / предопределенных:

$$\begin{cases} \ln z_t = b_{01} + b_{11} \cdot \ln w_{\text{ср}t} + b_{21} \cdot \ln w_{t-1} + \ln \xi_1 & (9) \\ \ln w_t = b_{02} + b_{12} \cdot \ln w_{\text{ср}t} + b_{22} \cdot \ln w_{t-1} + \ln \xi_2 & (10) \end{cases}$$

где ξ_1, ξ_2 – ошибки соответственно в первом и во втором уравнениях регрессии приведенной формы модели (9) – (10).

На основе оцененных в уравнениях (9) и (10) коэффициентов регрессии вычисляются расчетные значения эндогенных переменных:

$$\begin{cases} \ln \hat{z}_t = b_{01} + b_{11} \cdot \ln w_{\text{ср}t} + b_{21} \cdot \ln w_{t-1} & (11) \\ \ln \hat{w}_t = b_{02} + b_{12} \cdot \ln w_{\text{ср}t} + b_{22} \cdot \ln w_{t-1} & (12) \end{cases}$$

При замене в правых частях уравнений (7)–(8) переменных $\ln z_t$ и $\ln w_t$ соответственно их расчетными значениями $\ln \hat{z}_t$ и $\ln \hat{w}_t$, полученными из приведенной формы модели (11)–(12), корректно оценивать коэффициенты уравнений регрессии (13)–(14) для каждого уравнения в отдельности:

$$\begin{cases} \ln z_t = \ln a_{01} + a_{11} \cdot \ln \hat{w}_t - a_{21} \cdot \ln w_{\text{ср}t} + \ln v_1 & (13) \\ \ln w_t = \ln a_{02} + a_{12} \cdot \ln \hat{z}_t + a_{22} \cdot \ln w_{t-1} + \ln v_2 & (14) \end{cases}$$

где v_1, v_2 – ошибки соответственно в первом и во втором уравнениях регрессии приведенной формы модели (13)–(14).

Вопрос, который возникает при решении системы одновременных уравнений, – это вопрос идентифицируемости системы. Для этого каждое из уравнений структурной формы системы проверяется на выполнение необходимого и достаточного условий идентифицируемости. В уравнение (7) входят 2 эндогенные переменные – $\ln z_t$ и $\ln w_t$, что на единицу больше экзогенных / предопределенных переменных системы, не входящих в данное уравнение (одна переменная – $\ln w_{t-1}$); это означает выполнение необходимого условия идентифицируемости для уравнения (7). Матрица коэффициентов при переменных системы, не входящих в уравнение (7), состоит из одного коэффициента: a_{22} при переменной $\ln w_{t-1}$. Определитель этой матрицы не равен нулю, ранг матрицы (единица) равен числу эндогенных переменных системы, уменьшенного на единицу, что означает выполнение для уравнения (7) и достаточного условия идентифицируемости.

В уравнение (8) также входят 2 эндогенные переменные – $\ln z_t$ и $\ln w_t$, что на единицу больше экзогенных / предопределенных переменных системы, не входящих в данное уравнение (одна переменная – $\ln w_{\text{ср}t}$). Матрица коэффициентов при переменных системы, не входящих в уравнение (8), состоит из одного коэффициента: $-a_{21}$ при переменной $\ln w_{\text{ср}t}$. Определитель этой матрицы не равен нулю, ранг матрицы (единица) равен числу эндогенных переменных системы, уменьшенного на единицу. Следовательно, и для уравнения (8) выполняются и необходимое, и достаточное условия идентифицируемости. Если все уравнения системы идентифицируемы, то идентифицируема и модель в целом.

Следующим этапом является анализ взаимосвязи между переменными, включенными в систему уравнений (7)–(8), и выбор переменной, которая может выступать в качестве оценки средней заработной платы, с величиной которой сравнивают величину своей заработной платы работники конкретного предприятия. Изначально в качестве подобной переменной была рассмотрена средняя заработная плата в подотрасли ($w_{\text{отр}}$), к которой принадлежит предприятие.

Ввиду того, что в системах уравнений (7)–(8) и (9)–(10) присутствует лаговая переменная $\ln w_{t-1}$, для переменных без лага ($\ln z_t$, $\ln w_t$, $\ln w_{\text{отр.с.ф.}}$) используются данные за 2004–2006 гг., для переменной $\ln w_{t-1}$ – сдвинутые на год назад, т. е. за 2003–2005 гг. Так как

в модели используются одновременно данные о состоянии различных объектов в разные периоды времени, то корректно использовать для анализа модели панельных данных.

В табл. 1 приведены значения коэффициентов парной корреляции Пирсона всех переменных систем уравнений (7)–(8). Как видно из приведенных данных, все коэффициенты парной корреляции значимы на уровне 1 % (при этом значения коэффициентов по модулю значимо меньше единицы, что свидетельствует об отсутствии мультиколлинеарности). Исключение составляет коэффициент парной корреляции между логарифмом величины заработной платы на предприятии и его лаговым значением (0,885), однако если рассматривать взаимосвязь между переменными с вычтенными для каждого предприятия из значения соответствующей переменной среднего его значения за рассматриваемый период (что соответствует логике построения моделей панельных данных), то коэффициент парной корреляции между скорректированными подобным образом переменными $\ln w$ и $\ln w_{-1}$ составляет уже 0,574, т. е. связь между этими переменными можно интерпретировать как далекую от функциональной.

Таблица 1

Коэффициенты парной корреляции Пирсона переменных регрессии
(в скобках – значимость коэффициента)

	$\ln z$	$\ln w$	$\ln w_{-1}$	$\ln w_{отр}$
$\ln z$	1,000	0,379 (0,000)	0,391 (0,000)	–0,164 (0,003)
$\ln w$		1,000	0,885 (0,000)	0,469 (0,000)
$\ln w_{-1}$			1,000	0,384 (0,000)
$\ln w_{отр}$				1,000

Модельные расчеты проводились для двух видов моделей панельных данных – с фиксированными эффектами, когда индивидуальный эффект каждого объекта (предприятия) выступает в качестве элемента константы, и со случайными эффектами, когда индивидуальный эффект является слагаемым ошибки.

Для решения поставленной задачи, т. е. оценки зависимости изменения относительной производительности труда z от относительной заработной платы s , нам необходимо оценить коэффициенты уравнения (7). Для этого в приведенной форме модели (9)–(10) необходимо оценить коэффициенты уравнения (10) и с использованием данной информации получить расчетные значения переменной $\ln w_t$.

В табл. 2 приведены результаты регрессионного анализа уравнения (10) в модели с фиксированными эффектами. Результаты F-статистики показывают высокое качество модели в целом, а также значимость индивидуальных фиксированных эффектов (модель в данном виде предпочтительнее объединенной модели, не учитывающей различия между объектами-предприятиями). Однако результаты t -статистики демонстрируют, что на уровне 10 % значима только одна независимая переменная ($\ln w_{отр}$). В модели со случайными эффектами (табл. 3) общее ее качество является высоким: в тесте Вальда значимость χ^2 -статистики составляет 1 %. По результатам теста Бреша – Пагана можно сделать вывод о незначимости (на 10 %-м уровне) индивидуальных случайных эффектов. По результатам t -статистики коэффициенты обеих независимых переменных уравнения (10) значимы на 1 %-м уровне.

Тем не менее результаты теста Хаусмана ($\chi^2 = 537,13$; значимость χ^2 -статистики на уровне 1 %) свидетельствуют о некорректности результатов расчетов по модели со случайными эффектами (нарушается принимаемое априори условие о некоррелированности индивидуальных эффектов с регрессорами). Таким образом, из двух рассматриваемых вариантов модели корректно использовать вариант с фиксированными эффектами, однако этот вариант модели,

как было показано выше, «неидеален» по результатам t -статистики (значимости коэффициентов при независимых переменных).

Таблица 2

Результаты регрессионного анализа модели с фиксированными эффектами
(зависимая переменная – $\ln w$)

Независимая переменная	Значение коэффициента регрессии	t -статистика	Значимость t -статистики
$\ln w_{-1}$	0,097	1,52	0,130
$\ln w_{отр.}$	0,960	16,50	0,000
Константа	-0,645	-1,42	0,158
Коэффициент корреляции индивидуальных эффектов с регрессорами			-0,017
Проверка значимости уравнения регрессии (F-статистика)		F = 257,70	Значимость F-статистики: 0,000
Проверка значимости индивидуальных эффектов (F-статистика)		F = 3,05	Значимость F-статистики: 0,000

Таблица 3

Результаты регрессионного анализа модели со случайными эффектами
(зависимая переменная – $\ln w$)

Независимая переменная	Значение коэффициента регрессии	t -статистика	Значимость t -статистики
$\ln w_{-1}$	0,885	31,42	0,000
$\ln w_{отр.}$	0,265	5,72	0,000
Константа	-1,205	-3,09	0,002
Проверка значимости уравнения регрессии (тест Вальда)		$\chi^2 = 1358,63$	Значимость χ^2 -статистики: 0,000
Проверка значимости индивидуальных эффектов (тест Бреша – Пагана)		$\chi^2 = 1,87$	Значимость χ^2 -статистики: 0,172

Для решения возникшей проблемы величина среднеотраслевой заработной платы $w_{отр}$ была скорректирована (домножена) на региональный коэффициент, представляющий собой отношение величины заработной платы в субъекте федерации, в котором расположено соответствующее предприятие, к аналогичному показателю в среднем по РФ (для каждого года – отдельно); скорректированная таким образом величина заработной платы обозначена $w_{отр/рег.}$. Таким образом, далее в качестве оценки переменной $\ln w_{ср. t}$ используется показатель $\ln w_{отр/рег.}$, т. е. используется предположение, что работники предприятий сравнивают свою заработную плату как со средней по подотрасли, так и со средней в своем регионе (субъекте федерации). В табл. 4 представлены значения коэффициентов парной регрессии переменной $\ln w_{отр/рег.}$ с другими переменными модели; все коэффициенты значимы на 5 %-м уровне, и, кроме того, новая переменная близко (но не на функциональном уровне) коррелирована с переменной $\ln w_{отр.}$ исключенной из модели на данном этапе.

Результаты расчетов в моделях панельных данных с фиксированными и со случайными эффектами приведены в табл. 5 и 6. Отметим высокое качество каждой из моделей в целом, значимость индивидуальных эффектов в каждом из вариантов модели, а также значимость коэффициентов независимых переменных по результатам t -статистики (коэффициенты при

обеих переменных значимы на 5 %-м уровне). Результаты теста Хаусмана ($\chi^2 = 286,22$; значимость χ^2 -статистики на уровне 1 %) свидетельствуют о нарушении условия некоррелированности индивидуальных эффектов с регрессорами для варианта модели со случайными эффектами; таким образом, корректно использовать результаты расчетов для модели с фиксированными эффектами при использовании в качестве переменной $w_{\text{ср } t}$ значения средней заработной платы в подотрасли с учетом регионального коэффициента.

Таблица 4

Коэффициенты парной корреляции Пирсона переменных регрессии
(в скобках – значимость коэффициента)

	$\ln z$	$\ln w$	$\ln w_{-1}$	$\ln w_{\text{отр}}$
$\ln w_{\text{отр/рег}}$	0,120 (0,028)	0,692 (0,000)	0,674 (0,000)	0,693 (0,000)

Таблица 5

Результаты регрессионного анализа модели с фиксированными эффектами
(зависимая переменная – $\ln w$)

Независимая переменная	Значение коэффициента регрессии	t -статистика	Значимость t -статистики
$\ln w_{-1}$	0,128	1,98	0,049
$\ln w_{\text{отр/рег}}$	0,937	15,88	0,000
Константа	–0,667	–1,43	0,154
Коэффициент корреляции индивидуальных эффектов с регрессорами			–0,215
Проверка значимости уравнения регрессии (F-статистика)		F = 242,74	Значимость F-статистики: 0,000
Проверка значимости индивидуальных эффектов (F-статистика)		F = 2,91	Значимость F-статистики: 0,026

Таблица 6

Результаты регрессионного анализа модели со случайными эффектами
(зависимая переменная – $\ln w$)

Независимая переменная	Значение коэффициента регрессии	t -статистика	Значимость t -статистики
$\ln w_{-1}$	0,822	23,16	0,000
$\ln w_{\text{отр/рег}}$	0,206	5,25	0,000
Константа	–0,125	–0,47	0,639
Проверка значимости уравнения регрессии (тест Вальда)		$\chi^2=1334,97$	Значимость χ^2 -статистики: 0,000
Проверка значимости индивидуальных эффектов (тест Бреша – Пагана)		$\chi^2=1,78$	Значимость χ^2 -статистики: 0,182

Расчетные значения переменной $\ln \hat{w}_t$ находятся из уравнения

$$\ln \hat{w}_t = -0,667 + 0,128 \cdot \ln w_{t-1} + 0,937 \cdot \ln w_{\text{отр/пер } t} \quad (15)$$

Для оценки коэффициентов уравнения (7) используется опять же модель панельных данных. Кроме того, введем дополнительное – вызванное соображениями дальнейшей содержательной интерпретации результатов расчетов – условие равенства коэффициентов a_{11} и a_{12} . Тогда уравнение (7) приобретает следующий вид:

$$\ln z_t = \ln a_{01} + a_{11} \cdot (\ln \hat{w}_t - \ln w_{\text{отр./пер } t}) + \ln v_1 \quad (16)$$

Результаты расчетов по моделям с фиксированными и со случайными эффектами для уравнения (16) приведены соответственно в табл. 7 и 8. Как видно из приведенных данных, модель с фиксированными эффектами имеет по результатам F-статистики и t-статистики невысокое качество. В то же время для модели со случайными эффектами наблюдается обратная картина: результаты теста Вальда свидетельствуют о высоком качестве модели, индивидуальные случайные эффекты значимы (по результатам теста Бреша – Пагана), по результатам t-статистики независимая переменная значима на 1 %-м уровне. По результатам теста Хаусмана значение χ^2 -статистики равно 0,03 (значимость 0,853). Таким образом, можно признать корректным использование результатов модели со случайными эффектами.

Таблица 7

Результаты регрессионного анализа модели с фиксированными эффектами
(зависимая переменная – $\ln z$)

Независимая переменная	Значение коэффициента регрессии	t-статистика	Значимость t-статистики
$\ln w - \ln w_{\text{отр/пер}}$	0,631	0,68	0,496
Константа	-0,357	-3,01	0,003
Коэффициент корреляции индивидуальных эффектов с регрессорами			0,096
Проверка значимости уравнения регрессии (F-статистика)		F = 0,46	Значимость F-статистики: 0,496
Проверка значимости индивидуальных эффектов (F-статистика)		F = 10,80	Значимость F-статистики: 0,000

Таблица 8

Результаты регрессионного анализа модели со случайными эффектами
(зависимая переменная – $\ln z$)

Независимая переменная	Значение коэффициента регрессии	t-статистика	Значимость t-статистики
$\ln w - \ln w_{\text{отр/пер}}$	0,799	4,76	0,000
Константа	-0,336	-6,09	0,000
Проверка значимости уравнения регрессии (тест Вальда)		$\chi^2 = 22,61$	Значимость χ^2 -статистики: 0,000
Проверка значимости индивидуальных эффектов (тест Бреша – Пагана)		$\chi^2 = 196,51$	Значимость χ^2 -статистики: 0,000

Следовательно, уравнение (16) можно записать следующим образом:

$$\begin{aligned}\ln z_t &= -0,336 + 0,799 \cdot (\ln w_t - \ln w_{\text{отр./пер.}t}) + \ln \varepsilon_1 \\ &= -0,336 + 0,799 \cdot \ln \frac{w_t}{w_{\text{отр./пер.}t}} + \ln \varepsilon_1\end{aligned}\quad (17)$$

или, экспонируя (17):

$$z_t = e^{-0,336} \cdot \left(\frac{w_t}{w_{\text{отр./пер.}t}}\right)^{0,799} \cdot \varepsilon = 0,715 \cdot \left(\frac{w_t}{w_{\text{отр./пер.}t}}\right)^{0,799} \cdot \varepsilon = 0,715 \cdot s_t^{0,799} \cdot \varepsilon \quad (18)$$

где $s_t = \frac{w_t}{w_{\text{отр./пер.}t}}$ – отношение величины средней заработной платы на предприятии к средней заработной плате в соответствующей подотрасли с учетом регионального коэффициента.

В общем виде функциональную зависимость между показателями z и s (3) по результатам модельных расчетов можно представить как:

$$z = a \cdot s^b \quad (19)$$

где a, b – константы, $a > 0$; $0 < b < 1$; $z, s > 0$.

Исследуем свойства данной функции. Ее первая производная по переменной s положительна на всей области определения (20), а вторая производная по переменной s отрицательна – за счет того, что содержит единственный отрицательный множитель $(b - 1)$ (21):

$$\frac{dz}{ds} = a \cdot b \cdot s^{b-1} = \frac{a \cdot b}{s^{1-b}} > 0 \quad (20)$$

$$\frac{dz}{ds^2} = a \cdot b \cdot (b - 1) \cdot s^{b-2} = \frac{a \cdot b \cdot (b - 1)}{s^{2-b}} < 0 \quad (21)$$

Абсолютный прирост показателя z при росте переменной s на одну и ту же величину – например, на единицу – будет сокращаться при увеличении значения показателя s (22):

$$dz = \frac{a \cdot b}{s^{1-b}} \cdot ds \quad (22)$$

Таким образом, можно сделать вывод, что с ростом заработной платы на предприятии относительно ее среднеотраслевого уровня (с учетом регионального коэффициента), производительность труда на предприятии будет также повышаться (относительно среднеотраслевого уровня), но все меньшими темпами.

Коэффициент эластичности относительной производительности труда по относительной заработной плате E_s^z постоянен при любых значениях z и s :

$$E_s^z = \frac{dz}{ds} \cdot \frac{s}{z} = \frac{a \cdot b}{s^{1-b}} \cdot \frac{s}{a \cdot s^b} = b \quad (23)$$

Ввиду того, что b – это неотрицательное число, меньшее единицы (в приведенных выше расчетах равное 0,799), можно сделать вывод о том, что относительная производительность труда неэластична по относительной заработной плате – однопроцентное увеличение стимулов к труду (показателя s) ведет менее чем к однопроцентному увеличению результатов труда (показателя z).

Несмотря на то что математически областью определения (как и областью значений) в формуле (19) является множество всех положительных чисел, имеет смысл рассматривать отклонения заработной платы на предприятии от средней в каком-то содержательно оправданном интервале. В приведенных выше модельных расчетах интервал колебаний переменной s составлял 0,22–3,07.

В дальнейшем анализе мы предполагаем, что выполняется принцип «при прочих равных», т. е. при стабильности значений как экзогенных, не зависящих от предприятия внешних факторов, так и всех внутренних факторов, за исключением переменных рынка труда.

Проанализируем, какая величина s (относительного превышения заработной платы на предприятии среднего уровня) максимизирует целевые показатели предприятия ОПК при различных стратегиях его поведения (связанных с особенностями функционирования оборонной промышленности). Предприятия ОПК могут производить 2 вида продукции – военного и гражданского назначения, резко отличающихся друг от друга, в частности, спецификой механизма ценообразования. Рассмотрим изначально механизм выбора предприятием значения s , максимизирующего прибыль предприятия при производстве продукции гражданского назначения.

Предполагается, что предприятие, производя и реализуя подобную продукцию, действует в рамках определенной рыночной структуры, и целью ее деятельности является максимизация общей прибыли (π):

$$\pi = TR - TC = TR - VC - FC = TR - 12 \cdot w \cdot L - VC_{\text{мат}} - FC \quad (24)$$

где

TR – общая выручка от реализации гражданской продукции;

TC – общие издержки производства и реализации гражданской продукции;

VC – общие переменные (зависящие от объемов производства продукции) издержки;

FC – общие постоянные (не зависящие от объемов производства продукции) издержки;

$VC_{\text{мат}}$ – материальные переменные издержки (часть общих переменных издержек);

L – количество занятых на предприятии в производстве гражданской продукции работников;

w – среднемесячная начисленная заработная плата работников, занятых в производстве гражданской продукции;

$12 \cdot w \cdot L$ – величина фонда заработной платы предприятия в части производства гражданской продукции.

Обозначая выработку на одного занятого на предприятии через V :

$$V = \frac{TR}{L} \quad (25)$$

общую выручку от реализации продукции всеми предприятиями подотрасли через $TR_{\text{отр}}$;

количество занятых работников в целом на всех предприятиях подотрасли через $L_{\text{отр}}$;

выработку на одного занятого в среднем в отрасли через $V_{\text{отр}}$:

$$V_{\text{отр}} = \frac{TR_{\text{отр}}}{L_{\text{отр}}} \quad (26)$$

коэффициент материалоемкости производства продукции через me :

$$me = \frac{VC_{\text{мат}}}{TR} \quad (27)$$

и учитывая, что относительная производительность труда z является функцией от переменной s (согласно (19)), запишем функцию удельной прибыли – на одного занятого ($\frac{\pi}{L}$) – и преобразуем ее:

$$\begin{aligned} \frac{\pi}{L} &= \frac{TR}{L} - \frac{12 \cdot w \cdot L}{L} - \frac{VC_{\text{мат}}}{L} - \frac{FC}{L} = V \cdot \frac{V_{\text{отр}}}{V_{\text{отр}}} - 12 \cdot w \cdot \frac{w_{\text{ср}}}{w_{\text{ср}}} - \frac{VC_{\text{мат}}}{L} \cdot \frac{TR}{TR} \cdot \frac{TR_{\text{отр}}}{TR_{\text{отр}}} \cdot \frac{L_{\text{отр}}}{L_{\text{отр}}} - \frac{FC}{L} = \\ &= \frac{V}{V_{\text{отр}}} \cdot V_{\text{отр}} - 12 \cdot w_{\text{ср}} \cdot s - \frac{VC_{\text{мат}}}{TR} \cdot \frac{TR}{L} \cdot \frac{L_{\text{отр}}}{TR_{\text{отр}}} \cdot \frac{TR_{\text{отр}}}{L_{\text{отр}}} - \frac{FC}{L} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= z(s) \cdot V_{\text{отр}} - 12 \cdot w_{\text{ср}} \cdot s - me \cdot V \cdot \frac{1}{V_{\text{отр}}} \cdot V_{\text{отр}} - \frac{FC}{L} = \\
&= z(s) \cdot V_{\text{отр}} - 12 \cdot w_{\text{ср}} \cdot s - me \cdot z(s) \cdot V_{\text{отр}} - \frac{FC}{L} \quad (28)
\end{aligned}$$

Предполагая, что изменения величины заработной платы w и выработки на одного занятого на предприятии V мало повлияют на значения соответствующих им показателей в среднем по подотрасли ($w_{\text{ср}}$ и $V_{\text{отр}}$), и этим влиянием можно пренебречь:

$$\frac{dw_{\text{ср}}}{dw} \approx 0 \quad (29)$$

$$\frac{dV_{\text{отр}}}{dV} \approx 0 \quad (30)$$

а также предполагая, что количество занятых работников L в настоящий момент времени на предприятии является величиной фиксированной, а коэффициент материалоемкости производства me не зависит от объема производимой продукции:

$$L = \text{const} \quad (31)$$

$$me = \text{const} \quad (32)$$

получаем, что функция удельной прибыли – на одного занятого $\frac{\pi}{L}$ (28) является функцией одной переменной s . Рассчитать максимизирующее прибыль предприятия от выпуска продукции гражданского назначения значение показателя s можно, применяя условие первого порядка нахождения экстремума функции:

$$\begin{aligned}
\frac{d(\frac{\pi}{L})}{ds} = 0 &\rightarrow \frac{dz}{ds} \cdot V_{\text{отр}} - 12 \cdot w_{\text{ср}} - me \cdot \frac{dz}{ds} \cdot V_{\text{отр}} = \frac{dz}{ds} \cdot V_{\text{отр}} \cdot (1 - me) - 12 \cdot w_{\text{ср}} = 0 \quad (33) \\
\frac{dz}{ds} \cdot V_{\text{отр}} \cdot (1 - me) - 12 \cdot w_{\text{ср}} &= \frac{a \cdot b}{s^{1-b}} \cdot V_{\text{отр}} \cdot (1 - me) - 12 \cdot w_{\text{ср}} = 0 \\
\rightarrow \frac{a \cdot b}{s^{1-b}} \cdot V_{\text{отр}} \cdot (1 - me) &= 12 \cdot w_{\text{ср}} \rightarrow s^{1-b} = \frac{a \cdot b \cdot V_{\text{отр}} \cdot (1 - me)}{12 \cdot w_{\text{ср}}} \rightarrow \\
s^* &= \left(\frac{a \cdot b \cdot V_{\text{отр}} \cdot (1 - me)}{12 \cdot w_{\text{ср}}} \right)^{\frac{1}{1-b}} \quad (34)
\end{aligned}$$

Проверим выполнение условия второго порядка:

$$\begin{aligned}
\frac{d(\frac{\pi}{L})}{d^2s} &= \frac{d(a \cdot b \cdot s^{b-1} \cdot V_{\text{отр}} \cdot (1 - me) - 12 \cdot w_{\text{ср}})}{ds} = \\
&= a \cdot b \cdot (b - 1) \cdot s^{b-2} \cdot V_{\text{отр}} \cdot (1 - me) < 0 \quad (35)
\end{aligned}$$

Вторая производная отрицательна (ввиду того, что содержит единственный отрицательный множитель $(b - 1)$), следовательно, рассчитанное значение s^* (34) соответствует точке максимума функции удельной прибыли, и, учитывая условие (35), и точке максимума общей прибыли предприятия от реализации продукции гражданского назначения.

При производстве продукции военного назначения предполагаем, что ни объемы ее производства, ни цены реализации не зависят от производителя и определяются государством (внерыночная система). Таким образом, при заданных объемах производства и ценах объем планируемой выручки от реализации продукции ($\bar{T}\bar{R}$) будет величиной фиксированной. Так же, как и для рассмотренного выше случая производства продукции гражданского назначения, будем предполагать, что количество занятых работников L в настоящий момент времени

на предприятии является величиной фиксированной (31). В таком случае и соответствующий планируемой выручке $\widetilde{TR}$ уровень выработки на одного занятого на предприятии ($\tilde{V}$) также является фиксированной величиной:

$$\tilde{V} = \frac{\widetilde{TR}}{L} = const \quad (36)$$

Так же, как и выше, предполагаем, что изменение выработки на одного занятого на предприятии мало изменит значение данного показателя в среднем для подотрасли ($V_{отр}$), и тогда значение $V_{отр}$ можно принимать как величину фиксированную. Соответствующему планируемой выручке $\widetilde{TR}$ уровню выработки на одного занятого на предприятии ($\tilde{V}$) и фиксированной величине выработки на одного занятого в среднем для подотрасли $V_{отр}$ соответствует некий желательный для предприятия уровень относительной производительности труда $\tilde{z}$:

$$\tilde{z} = \frac{\tilde{V}}{V_{отр}} = \frac{\widetilde{TR}}{L} \cdot \frac{1}{V_{отр}} \quad (37)$$

Тогда предприятие должно стремиться установить такую величину заработной платы w , чтобы соответствующей ей и величине заработной платы в среднем в подотрасли (с учетом регионального коэффициента) $w_{ср}$ значение показателя s (s^{**}) позволяло достичь относительной производительности труда z на желательном уровне $\tilde{z}$. Используя условия (19) и (37), получаем:

$$\tilde{z} = z = a \cdot s^b \rightarrow \frac{\widetilde{TR}}{L} \cdot \frac{1}{V_{отр}} = a \cdot s^b \rightarrow s^b = \frac{\widetilde{TR}}{a \cdot L \cdot V_{отр}} \rightarrow s^{**} = \left(\frac{\widetilde{TR}}{a \cdot L \cdot V_{отр}} \right)^{\frac{1}{b}} \quad (38)$$

Учитывая, что оба вида продукции производятся на одном предприятии, проводящем единую кадровую политику, то для предприятия в целом необходимо найти некий компромиссное (средневзвешенное) значение s^* и s^{**} .

Подводя итоги проведенного исследования, можно выделить 3 группы факторов, влияющих на значение такого показателя эффективности деятельности предприятий ОПК, как производительность труда: 1) структура основных производственных фондов; 2) группа факторов, определяющих возможность улучшения качественной структуры кадров (осуществления положительной селекции); 3) психологический фактор. Специфика имеющейся информации о результатах деятельности предприятий ОПК в последние годы затрудняет количественную оценку влияния каждого из факторов; однако данные за период, когда в ОПК РФ происходило естественное элиминирование первых двух факторов (середина 2000-х гг.), позволяют произвести количественную оценку влияния на производительность труда психологического фактора – изменения относительной заработной платы как стимула роста либо снижения результатов труда.

Проведенные модельные расчеты позволили установить функциональную зависимость между изменением производительности труда (на предприятии относительно среднеотраслевого уровня) и относительной заработной платой (на предприятии относительно среднеотраслевого уровня с учетом регионального коэффициента). Зависимость носит степенной характер, и отмеченная неэластичность относительной производительности труда по относительной заработной плате означает, что рост заработной платы работников на оборонном предприятии относительно уровней как в среднем по подотрасли ОПК, к которой принадлежит предприятие, так и в среднем по субъекту федерации, в котором расположено предприятие, является для работников стимулом к росту производительности труда, однако с дальнейшим ростом заработной платы все меньшими темпами.

Учитывая оцененный характер зависимости между производительностью труда и относительной заработной платой, оборонное предприятие может решать задачу выбора уровня превышения величины заработной платы среднеотраслевого (с учетом регионального коэффициента) показателя, максимизирующего ее целевые параметры. Учитывая специфику дея-

тельности оборонных предприятий – производство продукции как военного, так и гражданского назначения, – величина показателя относительной заработной платы s для каждого из этих видов продукции в общем случае разная, и предприятие может приходиться к некоему компромиссному между двумя полученными оценками показателя s значению.

Возвращаясь к поставленному выше вопросу об осуществимости роста производительности труда на предприятиях российского ОПК темпами, опережающими темп роста реальной заработной платы, и учитывая сделанный вывод о неэластичности относительной производительности труда по относительной заработной плате, отметим, что достижение подобного роста при сохранении старой (возрастной и качественной) структуры как основных производственных фондов, так и кадров, является невозможным. Только положительные сдвиги во всех трех отмеченных выше факторах могут привести как к решению кадрового вопроса, так и к достижению планируемых показателей производительности труда в ОПК РФ.

Список литературы

1. Узякова Е. С., Узяков М. Н. Занятость и эффективная занятость в российской экономике // Проблемы прогнозирования. 2011. № 6. С. 89–101.
2. Узякова Е. С. Анализ и прогнозирование занятости и затрат труда в российской экономике // Проблемы прогнозирования. 2015. № 4. С. 58–70.
3. Широв А. А., Гусев М. С., Янговский А. А., Потапенко В. В. Долгосрочное развитие российской экономики и проблема эффективности использования трудовых ресурсов // Проблемы прогнозирования. 2012. № 1. С. 3–17.
4. Котляр Б. А. Минимальная заработная плата как институт рынков труда и металлопродукции // Цветные металлы. 2014. № 11. С. 9–15; 2015. № 1. С. 8–11.
5. Соловьёв А. М. Соотношение роста заработной платы и производительности труда в оборонно-промышленном комплексе России до 2020 г. // Проблемы прогнозирования. 2014. № 5. С. 70–78.
6. Коровкин А. Г. Проблемы согласования спроса на рабочую силу и ее предложения на российском рынке труда // Проблемы прогнозирования. 2011. № 2. С. 103–123.
7. Fujiwara Y., Aoyama H. A Stochastic Model of Labor Productivity and Employment // RIETI Discussion Paper Series 10-E-001. January 2010. URL: <http://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/10e001.pdf>

Материал поступил в редколлегию 31.08.2016

A. V. Sokolov^{1,2}, A. O. Rimskaya^{2,3}

¹ Institute of Economics and Industrial Engineering, SB of RAS
17 Acad. Lavrentiev Str., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

² Novosibirsk State University
2 Pirogov Str., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

³ Vysoká škola Finanční a Správní
a.s. Estonská 500, 101 00 Praha 10

alsokolov@ieie.nsc.ru

METHODOLOGICAL ISSUES OF MODELING OF THE EFFICIENCY OF LABOR IN THE RUSSIAN DEFENSE INDUSTRY ENTERPRISES

The article highlights main factors affecting productivity of enterprises in the defense industry. With the elimination of a number of factors, we determined functional dependence form between the change in productivity (at the company level in comparison to the industry average) and relative wages (at the company level in comparison to the industry average taking into account regional fac-

tor). It is shown that dependence is of exponential character and is marked by inelasticity of productivity with respect to wages. This means that the growth of employees' wages in comparison to average levels for the industry to which the enterprise belongs, as well as average levels for the federal subject in which the enterprise is located, leads to workforce productivity increase, however, the rate of increase slows down with further wage growth. Levels of wage growth (in relation to industry averages adjusted for regional factor) maximizing enterprises' target values are determined with specific features of such enterprises (manufacturing of both military and civilian products) taken into account.

Keywords: military-industrial complex, labor productivity, personnel policy, wages, psychological factor, positive selection, regression models, panel data.

References

1. Uzyakova E.S., Uzyakov M.N. Zanyatost' i effektivnaya zanyatost' v rossiiskoi ekonomike [Employment and effective employment in the Russian economy] Problemy prognozirovaniya [Studies on Russian Economic Development] – 2011. - №6. pp. 89-101.
2. Uzyakova E.S. Analiz i prognozirovaniye zanyatosti i zatrat truda v rossiiskoi ekonomike [The analysis and forecasting of employment and costs of work in the Russian economy] Problemy prognozirovaniya [Studies on Russian Economic Development] – 2015. - №4. pp. 58-70.
3. Shirov A.A., Gusev M.S., Yantovskii A.A., Potapenko V.V. Dolgosrochnoe razvitiye rossiiskoi ekonomiki i problema effektivnosti ispol'zovaniya trudovykh resursov [Long-term development of the Russian economy and problem of efficiency of use of a manpower] Problemy prognozirovaniya [Studies on Russian Economic Development] – 2012. - №1. pp. 3-17.
4. Kotlyar B.A. Minimal'naya zarabotnaya plata kak institut rynkov truda i metalloproduktov [Minimum wage as institute of the labor markets and steel products] Cvetniy metall [Non-ferrous metals] 2014. №11. pp. 9-15; 2015. №1. pp. 8-11.
5. Solov'ev A.M. Sootnosheniye rosta zarabotnoi platy i proizvoditel'nosti truda v oboronno-promyshlennom komplekse Rossii do 2020 g. [A ratio of the wages rise and a labor productivity in defense industry complex of Russia till 2020] Problemy prognozirovaniya [Studies on Russian Economic Development] – 2014. - №5. pp. 70-78.
6. Korovkin A.G. Problemy soglasovaniya sprosa na rabochuyu silu i ee predlozheniya na rossiiskom rynke truda [Harmonization problems of labor demand and its offer in the Russian labor market] Problemy prognozirovaniya [Studies on Russian Economic Development] – 2011. - №2. pp. 103-123.
7. Fujiwara Y., Aoyama H. A Stochastic Model of Labor Productivity and Employment // RIETI Discussion Paper Series 10-E-001. January 2010. URL: <http://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/10e001.pdf>