

*На правах рукописи*

ТОЛСТОБРОВ ДАНИЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**УПРАВЛЕНИЕ КОНКУРЕНТНЫМ ПОВЕДЕНИЕМ  
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ  
МЕТОДА ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ  
ИЗДЕРЖЕК ДЛЯ МНОГОМЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ**

05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Пермь — 2021

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

**Научный руководитель:** **Федосеев Сергей Анатольевич**  
доктор технических наук, доцент

**Официальные оппоненты:** **Голлай Александр Владимирович**  
доктор технических наук, доцент, профессор  
кафедры «Информационно-аналитическое обеспечение управления в социальных и экономических системах» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

**Гераськин Михаил Иванович**  
доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Математические методы в экономике» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «**Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова**»

Защита состоится «14» октября 2021 года в 14:00 на заседании диссертационного совета Д ПНИПУ.05.01, созданного на базе ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», по адресу: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр. 29, ауд. 345.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» ([www.psu.ru](http://www.psu.ru)).

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2021 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат экономических наук,  
доцент

**Алексеев Александр Олегович**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Многие промышленные предприятия выпускают продукцию, обладающую на этапе согласования заявки значительным количеством доступных для изменений параметров, существенно влияющих на ее себестоимость. Предоставляемые потребителями в заявках требования зачастую неполны или недостаточны, имеют ограничение по времени предоставления ответа, что существенно влияет на стоимость и вероятность их выполнения. Предприятиям для выживания и развития в данных условиях необходимо обеспечить быстроту реакции и адекватность оценки себестоимости выполнения поступающих запросов с неопределенными требованиями при сохранении заданного уровня рентабельности.

Традиционные методы расчета издержек и существующие системы автоматизированного проектирования продукции требуют для своего применения исчерпывающего объема входной информации и неприменимы в условиях ее дефицита, значительно влияющего на результат, что определяет актуальность данного научного исследования.

### **Степень разработанности проблемы.**

Особенности функционирования современных рынков и реального сектора экономики получили широкое освещение в работах С.Б. Авдашевой, С.Б. Головановой, Ю.К. Перского, А.И. Татаркина, А.Е. Шаститко.

Согласно исследованиям проблем неценовой конкуренции, Дж. Джинакоплоса, Дж. Бьюлоу, Ж. Тироля, П. Клемперера, Д. Фьюденберга, цена не является определяющим фактором, потому что стоимость продукции ограничена рыночным механизмом.

Проблемы разработки механизмов управления социально-экономическими системами подробно исследованы в работах С.Ю. Глазьева, Г.Б. Клейнера, Ю.К. Перского, В.М. Полтеровича, В.Л. Тамбовцева, А.И. Татаркина и др.

Положения теории управления организационными системами получили развитие в работах В.Н. Буркова, Д.А. Новикова, О.В. Логиновского, М.Б. Гитмана, В.Ю. Столбова, С.А. Федосеева, А.О. Алексеева, А.В. Голлая и др.

Теория оптимального распределения ресурсов Л.В. Канторовича активно исследовалась в работах А.С. Филиповой, К.С. Кульги, В.М. Картака, Э.А. Мухачевой, Р.А. Файзрахманова, Р.Т. Мурзакаева, А.А. Петунина, А.В. Чеканина, А.Г. Финогеева, среди зарубежных авторов можно выделить: E. Valvo, A. Lodi, G. Wäscher, S. Martello, M. Monaci, F.M.V. Toledo, M. Andretta.

Клиентоориентированная модель организации как стратегическое направление ее развития, стала предметом изучения в работах А.С. Жаровой, О.А. Третьяк, Р. Беста, Н. Вудкока, К. Керри, Д. Митчелла, М. Роджерса, М. Стоуна, И. Манна, Дж. Н. Шета, А. П. Парватияра, М. Синха, Ж.-Ж. Ламбена, Р. Моргана, Ш. Ханта и др., что способствовало повышению интереса к данной проблеме.

Развитие теории бизнес-процессов и управления предприятиями представлено в работах Я.Д. Гельруда, В.Г. Елиферова, О.В. Логиновского,

Р.Т. Мурзакаева, В.В. Репина, М. Рыбакова, Р.А. Файзрахманова, А.Л. Шестакова и других исследователей.

Вопросы управления затратами, их учета и определения себестоимости получили развитие в работах Р. Гаррисона, Ш. Датара, К. Друри, Э. Майера, Г. Мюллера, Дж. Фостера, Ч.Т. Хонгрена, и др. Среди отечественных исследователей данные проблемы подняты в работах М.И. Гераськина, Е.С. Замбрицкой, Н.В. Киреевой, Ю.Ю. Королева, Ю.А. Мышковца, Е.П. Ростовской.

Однако в приведенных выше работах не рассматривалось поведение промышленного предприятия в условиях ограничений на время реагирования на поступающие заявки с неполным объемом информации.

**Объект исследования** – процесс организации промышленным предприятием сбыта продукции, проектируемой по заказам потребителей.

**Предмет исследования** – методы управления заявками от потребителей в конкурентных условиях при ограничениях на полноту информации, получаемой от потребителей, и на время обработки заявок.

**Целью исследования** является повышение эффективности управления конкурентным поведением промышленного предприятия в условиях неполноты информации в поступающих заявках от потребителей, а также временных ограничений на их обработку.

В соответствии с поставленной целью в ходе выполнения научно-исследовательской работы было необходимо решить следующие **задачи**:

- определить особенности клиентоориентированной стратегии промышленного предприятия в современных условиях;
- разработать метод оперативной оценки производственных издержек для многомерного продукта при неполной информации о требованиях потребителей;
- разработать методику расчета материальных составляющих себестоимости многомерного продукта в условиях неполного объема информации, предоставляемой в заявках потребителями, а также жестких ограничений времени на их обработку;
- повысить эффективность бизнес-процесса по обработке заявок от потребителей;
- разработать информационную систему, реализующую методику расчета материальных составляющих, и апробировать данную систему в реальных условиях промышленного предприятия.

**Научная новизна.** В ходе проведенного исследования получены результаты, которые обладают научной новизной:

- предложен метод оперативной оценки производственных издержек по выпуску многомерного продукта, отличающийся возможностью использования в условиях предоставления потребителем ограниченного объема входной информации;
- разработана методика расчета материальных составляющих в себестоимости защитных изделий, отличительной особенностью которой является применимость в условиях неполного объема информации, предоставляемой потре-

бителями, а также жестких ограничений на время обработки промышленным предприятиям заявок от потребителей;

– разработан эффективный алгоритм обработки промышленным предприятием заявок от потребителей, отличающийся существенным сокращением времени формирования предложений для потребителей и позволяющий повысить конкурентоспособность промышленного предприятия.

**Теоретическая значимость исследования.** В работе получили развитие теоретические положения концепции конкурентоспособности клиентоориентированного поведения промышленного предприятия, предложены новые методы и алгоритмы, позволяющие ускорить обработку заявок с неполной входной информацией и ограничением времени на предоставление ответных коммерческих предложений.

**Практическая значимость исследования.** Практическая ценность данного исследования определяется возможностью применения метода оперативной оценки издержек производства многомерной продукции, а также использование разработанного программного обеспечения руководителями малых промышленных предприятий в бизнес-процессах управления сбытом и для осуществления контроля за подрядными организациями.

**Теоретическая и методологическая основа исследования.** Теоретико-методологической основой научно-квалификационной работы стали положения клиентоориентированного подхода в управлении промышленным предприятием, методы моделирования и оптимизации.

**На защиту выносятся следующие основные результаты:**

1. Метод оперативной оценки производственных издержек по выпуску многомерного продукта в условиях предоставления потребителем ограниченного объема информации (соответствует п. 4. «Разработка методов и алгоритмов решения задач управления и принятия решений в социальных и экономических системах» паспорта специальности 05.13.10).

2. Методика расчета материальных составляющих в себестоимости защитных изделий на основе метода ABC и методики раскрытия «Мюллер и сын» в условиях неполного объема входной информации (соответствует п. 5. «Разработка специального математического и программного обеспечения систем управления и механизмов принятия решений в социальных и экономических системах» паспорта специальности 05.13.10).

3. Эффективный алгоритм обработки промышленным предприятием заявок от потребителей (соответствует п. 6. «Разработка и совершенствование методов получения и обработки информации для задач управления социальными и экономическими системами» паспорта специальности 05.13.10).

**Степень достоверности** полученных результатов подтверждается достаточным объемом и результатами аналитических исследований; обоснованным использованием общепризнанных методов моделирования; соответствует результатам расчетов экономических показателей деятельности промышленного предприятия, показателям официальной статистики.

Изложенные в работе выводы и рекомендации базируются на результатах работ, проведенных диссертантом в рамках данного исследования, а также на

результатах выполнения конъюнктурных исследований рынков защитных изделий и запорно-регулирующей арматуры.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения и результаты научного исследования докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях и форумах различных уровней: VIII Российская (с международным участием) научно-практическая конференция "Повышение производительности труда как ключевое направление региональной промышленной политики и основа неоиндустриального подъема инновационной конкурентоспособности корпораций" (г. Пермь, 2015); Всероссийский конкурс Facing New Challenges: Global Insight (г. Пермь, 2015); Международные конференции «Инновационное развитие экономики: тенденции и перспективы» (г. Пермь, 2016; 2017; 2018); Седьмая международная научно-практическая конференция "Шумпетеровские чтения" (г. Пермь, 2017); Всероссийский форум «Территория инноваций: исследования, разработки, технологические стартапы» (г. Пермь, 2018); I Международная научно-практическая конференция «Прорывные технологии и коммуникации в производстве» (г. Волгоград, 2018), Международный научно-практический форум «Промышленность. Наука. Компетенции. Интеграция» (г. Москва, 2019).

**Публикации.** Основное содержание работы опубликовано в 17 печатных работах, из них 3 статьи в ведущих рецензируемых научных изданиях, в том числе 2 статьи индексированы в международных базах цитирования Scopus и Web of Science. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 171 листе машинописного текста, содержит 29 рисунков и 26 таблиц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** дано обоснование актуальности диссертационной работы, показана степень изученности проблемы конкурентного поведения промышленного предприятия, определены цели и задачи, объект и предмет исследования, выявлены элементы научной новизны, показаны теоретическая и практическая значимость исследования, отмечены основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** промышленное предприятие рассмотрено как социально-экономическая система, функционирующая в конкурентной среде, актуализированы основные положения теории контрактов. Отмечается особенность исследуемого рынка в ограниченности информации, предоставляемой клиентом в заявках и условия оперативной реакции на них. Дается обоснование необходимости клиентоориентированности промышленного предприятия для развития его бизнес-процессов. Предложено авторское определение «многомерный продукт», используемого в качестве бизнес-инструмента в развитии и поддержании портфеля клиентов и адаптируемого на этапе производства под устанавливаемые внешние условия путем трансформирования конструктивных элементов продукции при сохранении ее общей структурной схемы.

Проведение расчета себестоимости заявок на основании ограниченного объема информации, вынуждает предприятие принимать риск наличия неизвестных будущих производственных издержек, т.к. полный объем необходимой информации предоставляется клиентом только на этапе согласования заказа. Как следствие, расчет должен выполняться в короткие сроки с заданной степенью точности и учетом возможностей потенциальных конкурентов.

В соответствии с положениями теории управления организационными системами, решаемая в настоящем исследовании задача управления сбытом продукции промышленного предприятия, может быть формализована в виде схемы (рис. 1), где представлена организационная система, состоящая из следующих элементов:

- управляемый объект – бизнес-процесс сбыта продукции, производимой промышленным предприятием;
- агент – это сотрудник промышленного предприятия, получающий заявки на производство продукции от потребителей, который должен подготовить коммерческое предложение на его производство;
- центр – это топ-менеджер промышленного предприятия, осуществляющий управление сбытом производимой продукции.



Рис. 1. Структура системы управления

Рассматриваемая система управления, описывается следующими параметрами:

$I$  – заявки потребителей на производство изделий  $g \in G$ , производимых предприятием, в объеме  $q \in R^1$ . Продукция предприятия  $G$  описывается набором  $n$  непрерывных  $R_i, i = \overline{1, n}, R_i \in R^1$ , и  $m$  дискретных  $D_j, j = \overline{1, m}, D_j = \{1, 2, \dots, n_j\}, n_j \in N$ , параметров, т.е.  $G = \prod_i R_i \times \prod_j D_j$ . Заявка  $\hat{I}$  на продукцию может обладать неопределенностью, в частности, заранее не определен набор и диапазон значений, заявляемых потребителем параметров продукции, т.е.  $\hat{I} \subseteq I \subseteq G$ ;

$\Theta$  – множество возможных условий  $\theta \in \Theta$ , в которых агенту необходимо подготовить коммерческие предложения  $y$  на производство изделий по заявкам потребителей  $\hat{I}$ . Условия  $\theta$  определяются конкурентной средой, в которой функционирует предприятие, и влияют на поведение потребителей, которые могут заказать изделия у предприятия или у его конкурентов. Далее условия  $\theta$  будем называть конкурентными;

$w(\cdot)$  – бизнес-процесс сбыта продукции  $G$ , производимой предприятием по заявкам потребителей  $\hat{I}$ , формирующий заказы потребителей  $z \in A_0$  на изделия  $g \in G$  в конкурентных условиях  $\theta$ ;

$y$  – коммерческие предложения предприятия по заявкам потребителей  $\hat{I}$ , включающие предлагаемые агентом варианты изделий  $g$ , их количество  $q$  и цены на эти изделия  $p(u_A)$ , зависящие от применяемой на предприятии системы ценообразования  $u_A \in U_A$ , которая в свою очередь определяется себестоимостью  $c(g, q)$  производства изделий  $g$ , т.е.  $p(u_A(c(g, q)))$ . Тогда коммерческое предложение агента для потребителя может быть описано кортежем  $y = \{g, q, p(u_A(c(g, q)))\}$ ,  $y \in A$ ;

$A$  – множество вариантов коммерческих предложений  $y$ , которые может сформировать предприятие в конкурентных условиях  $\theta$ ;

$z$  – заказы, получаемые предприятием в результате формирования коммерческих предложений  $y$ . Аналогично коммерческому предложению агента заказ потребителя может быть описан кортежем  $z = \{g, q, p(u_A(c(g, q)))\}$ ,  $z \in A_0$ . С учетом введенных обозначений себестоимость и цена изделий, указанных в заказе  $z$ , могут быть записаны соответственно в виде  $c(z)$  и  $p(u_A(c(z)))$ , а количество изделий, указанное в заказе  $z$ , может быть записано в виде  $q_z$ ;

$A_0$  – множество возможных заказов  $z$ , которые получает предприятие от потребителей в результате формирования коммерческих предложений  $y$ , сформированных по заявкам потребителей  $\hat{I}$  в конкурентных условиях  $\theta$ ;

$v(z)$  – вознаграждение агента от получения заказа  $z$  в результате формирования агентом коммерческого предложения  $y$ . Вознаграждение агента зависит от применяемой на предприятии системы премирования работников  $u_v \in U_v$ ;

$u$  – в общем случае управление центра  $u \in U$  в соответствии с потребностями рынка  $I_0$  определяется в пространстве  $U = U_A \times U_v \times U_I$ , где  $U_A$  – множество воздействий центра, определяющих допустимые действия агента;  $U_v$  – множество воздействий центра на целевую функцию агента,  $U_I$  – множество управлений центра, определяющих информированность агента, т.е.  $u = u_A \times u_v \times u_I$ . В настоящем исследовании, под управлением предлагается рассматривать только институциональное управление  $U_A$  и мотивационное управление  $U_v$ . К институциональному управлению будем относить нормативные документы предприятия, определяющие систему ценообразования (калькуляцию затрат и добавочную стоимость) и функционирование бизнес-процесса сбыта продукции  $u_A \in U_A$ . К мотивационному управлению будем относить применяемую на предприятии систему премирования  $u_v \in U_v$ ;

$v_0$  – прибыль предприятия по заказам потребителей  $z$ , получаемых в результате формирования коммерческих предложений  $y$ , сформированных по заявкам потребителей  $\hat{I}$  в конкурентных условиях  $\theta$ . Прибыль  $v_0$ , определяется следующим образом

$$v_0 = \sum_{z \in A_0} \left( \left[ p(u_A(c(z))) - c(z) \right] q_z - v(z) \right) - c_w, \quad (1)$$

где  $c_w$  – затраты на осуществление бизнес-процесса сбыта продукции  $w(\cdot)$ .

С учетом введенных выше обозначений задачу управления сбытом продукции, производимой предприятием по заказам потребителей, можно сформулировать следующим образом: требуется найти  $u^* \in U$ ,  $y^* \in A$ , обеспечивающие максимальную эффективность управления

$$K(u^*, y^*) = \max_{y \in A} \max_{u \in U} v_0(u, y), \quad (2)$$

при ограничениях на варианты исполнения и стоимость продукции.

Представленная задача на практике промышленными предприятиями решается декомпозицией на две задачи оптимизации, решаемых последовательно. Изначально прибыль предприятия максимизируется на множестве возможных решений его топ-менеджеров  $u \in U$  относительно организационных и мотивационных условий работы сбытового подразделения. Затем при найденных и фиксированных условиях работы сбытового подразделения прибыль предприятия максимизируется на множестве коммерческих предложений  $y \in A$ , формируемых его сотрудниками для потребителей. В данной работе основное внимание уделяется второй задаче оптимизации, а именно автоматизированной обработке заказов и выбору наилучшего решения для предприятия при технологических ограничениях на изготовление продукции.

**Во второй главе** проведен анализ подходов к определению издержек промышленного предприятия при позаказном производстве многомерного продукта. Предложен метод оперативной оценки производственных издержек по выпуску многомерного продукта и представлены результаты его применения на основе конъюнктурного анализа рынка *объектов защиты* (ОЗ) и *защитных изделий* (ЗИ), а также методика расчета материальных составляющих себестоимости для ЗИ в условиях предоставления потребителями неполной информации.

В работе рассматриваются промышленные предприятия, выпускающие ЗИ, соответствующие ГОСТ 16965-71. ЗИ является многомерным продуктом, позволяющим увеличивать рабочий ресурс оборудования, снижать тепловые и энергетические потери, исключать или ограничивать влияние вредных факторов на оборудование клиента или его обслуживающий персонал, создавая после монтажа замкнутую оболочку вокруг ОЗ.

Традиционные методы расчета издержек, соответствуют массовому выпуску либо завершающему этапу производства, что неприменимо в условиях предоставления неполного объема информации. Как альтернативный был выбран метод ABC, представляющий функциональный учет затрат, систематизирующий с заданной степенью точности зависимость расходов от используемых ресурсов и операций, позволяющий проводить более обоснованное распределение прямых и накладных расходов.

На высококонкурентном рынке оценка выполнимости заявки и ее рентабельности должна проводиться предприятием оперативно с заданной степенью точности с учетом возможного влияния потенциальных конкурентов. В работе предложена идея восполнения недостающей информации на основе конъюнктурного анализа взаимосвязанных рынков, классификации и унификации многомерных продуктов.

Общий анализ выпуска ЗИ позволил установить, что в 70,3% заказов ОЗ выступает *запорно-регулирующая арматура (ЗРА)*, применяемая для управления потоком в трубопроводе. В ходе конъюнктурного анализа рынка российских заводов изготовителей ЗРА была составлена выборка из 92 заводов изготовителей, действующих в период с 2012–2018 гг., доля шести заводов-лидеров в совокупности составляла от 38,60 до 48,33%, что предположительно соответствует вероятности появления ОЗ в заявке от клиента для ЗРА, выпущенных данными заводами.

Выявлена тенденция видовой типизации продукции ЗРА. Это позволило уменьшить неопределенность в поступающих заявках, разработать группу унифицированных лекал для ЗРА (рис. 2) и сократить необходимую долю участия сотрудников проектно-конструкторского отдела (ПКО) при обработке поступающих заявок, что положительно сказалось на повышении рентабельности производства.

| Стандартные виды ЗРА   | Наполнитель | Нижнее покрытие | Верхнее покрытие | Дополнит. элементы |                    |        |
|--|-------------|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|--------|
|  |             |                 |                  | Рукав              | Ребро              | Ремень |
| Кран шаровый стальной, Затвор дисковый                         |             |                 |                  | нет                | $\square \times 1$ | от 2   |
| Задвижка стальная, Задвижка чугунная, Клапан запорный стальной |             |                 |                  | $\square \times 2$ | нет                | от 2   |
| Клапан, Затвор обратный стальной                               |             |                 |                  | $\square \times 2$ | $\square \times 4$ | от 3   |
| Клапан предохранит. стальной                                   |             |                 |                  | $\square \times 3$ | $\square \times 3$ | от 5   |

Рис. 2. Формы лекал наполнителя, нижнего и верхнего покрытий, дополнительных элементов для стандартных видов ЗРА

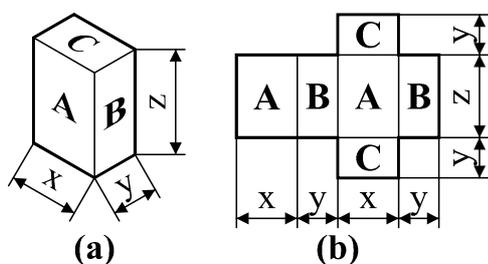


Рис. 3. Изделие ФПП (а) и его поверхность (б)

Авторская методика расчета материальных составляющих в себестоимости ЗИ основана на методе АВС и методике раскроя «Мюллер и сын», представляет каждое нестандартное изделие состоящим из одной или нескольких фигур *формы прямоугольного параллелепипеда (ФПП)*.

Фигура ФПП может быть описана комбинацией ее габаритных размеров ( $x, y, z$ ), наличием каждой из ее граней ( $A, B, C$ ), комбинацией слоев используемых материалов для верхнего, нижнего покрытий и наполнителя (рис. 3).

ЗИ из фигур ФПП можно рассматривать, как состоящие из группы лекал, представляющих собой отдельную грань или комбинацию нескольких. Лекала для выполнения изделия можно разделить на два типа: лекала основных элементов, образуемые гранями ЗИ, и лекала дополнительных конструктивных элементов (рукава, клапана, карманы, окна, двери, ремни и т.п.). Лекала дополнительных элементов уступают в размерах и занимаемой ими полезной площади лекалам основных элементов, поэтому на участке раскроя действует правило: «вначале на материале размещаются лекала основных элементов, а на образованных незадействованных свободных областях размещаются лекала дополнительных элементов».

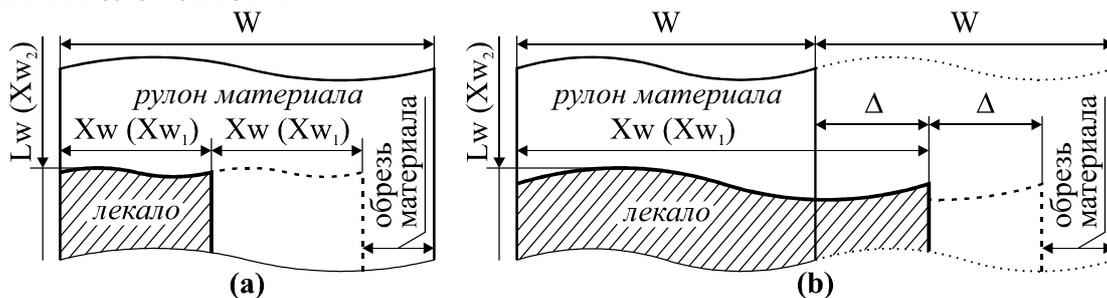


Рис. 4. Графические примеры размещения лекала на рулоне материала: а – лекало целиком вмещается на рулон; б – лекало превышает ширину рулона

Каждое лекало, представляет собой фигуру, близкую к прямоугольной форме и обладающую двумя габаритными размерами  $X_w$  ( $X_{w1}$ ) и  $L_w$  ( $X_{w2}$ ). Данные размеры сравнимы с полезной шириной используемых рулонных текстильных материалов ( $W$ ) и значительно уступают его длине, условно бесконечной (рис. 4). Дополнительно в работе принято условие – все лекала не имеют привязки к направлению рисунка ткани в рулоне, так как технические ткани не обладают ярко выраженным направлением рисунка. Разрешение ( $R_z=1$ ) или запрет ( $R_z=0$ ) на размещение соединительных швов в границах лекала влияет на потребительскую привлекательность изделия и оптимальное использование материала, поэтому устанавливается в согласии с требованиями клиента.

Для определения эффективности использования материала были введены линейный коэффициент распределения расхода материала ( $k$ ) (рис. 5) и коэффициент распределения площади материала ( $k_s$ ) (рис. 6), имеющие непрямую зависимость и принимающие значения 1 в точках минимального расхода.

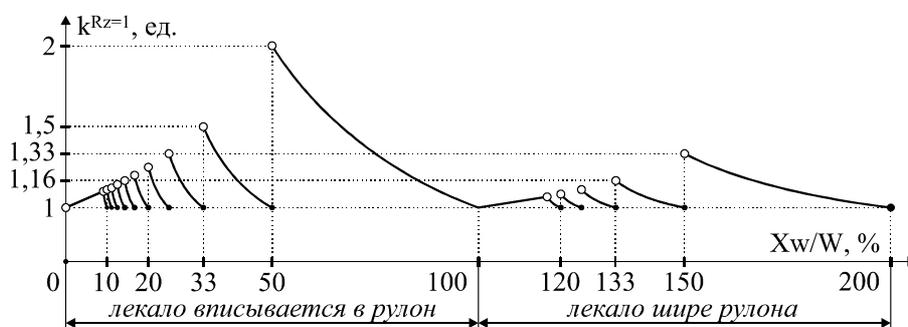


Рис. 5. Зависимость линейного коэффициента распределения расхода материала от соотношения габаритного размера лекала к ширине рулона материала с разрешением на размещение соединительных швов в границах лекала  $k^{Rz=1}(X_w/W;1)$

Отметим, что линейный коэффициент распределения расхода материала ( $k$ ) представляет собой отношение ширины отреза материала из рулона шириной  $W$  к соответствующему габаритному размеру лекала  $Xw$  ( $Xw_1$ ).

Принимая во внимание условие, что лекало описывается двумя габаритными размерами  $Xw$  ( $Xw_1$ ) и  $Lw$  ( $Xw_2$ ), а длина рулона материала условно принята равной бесконечности, то длина отреза материала и лекала будут совпадать. Следовательно, можно утверждать, что линейный коэффициент распределения расхода материала ( $k$ ) отражает величину эффективного использования площади рулонного материала при размещении заданного габаритного размера лекала  $Xw$  ( $Xw_1$ ) вдоль его ширины.

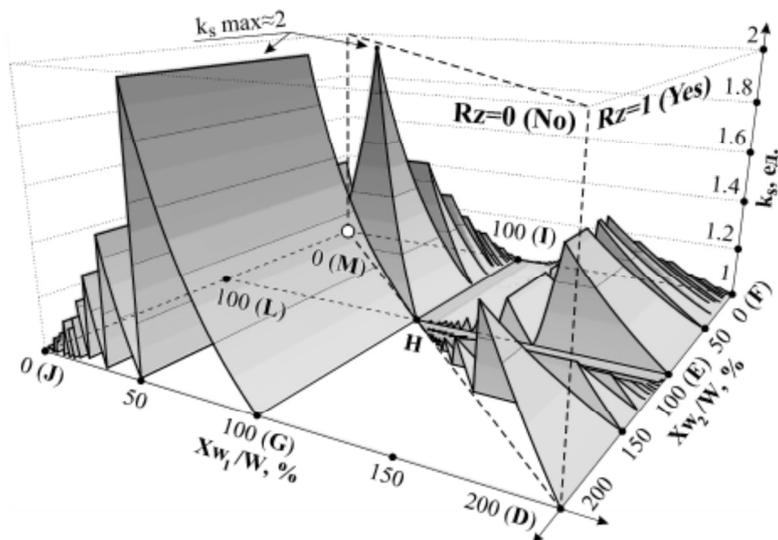


Рис. 6. Зависимость коэффициента распределения площади материала от соотношения габаритных размеров лекала к ширине рулона материала с разрешением и запретом на размещение соединительных швов в границах лекала  $k_S(Xw_1/W; Xw_2/W; 1)$

Наиболее эффективное положение каждого лекала на рулоне материала следует выбирать по наименьшему значению линейных коэффициентов распределения расхода материала ( $k$ ), соответствующих габаритным размерам данного лекала  $Xw$  ( $Xw_1$ ) и  $Xw_2$  ( $Lw$ ) и ширине рулона  $W$  – формула (3).

$$k_S^{Rz}(Xw_1; Xw_2; W) = k_S^{Rz}\left(\frac{Xw_1}{W}; \frac{Xw_2}{W}; 1\right) = \min\left(k^{Rz}\left(\frac{Xw_1}{W}; 1\right); k^{Rz}\left(\frac{Xw_2}{W}; 1\right)\right) \quad (3)$$

Благодаря предложенному методу оперативной оценки производственных издержек и методике расчета материальных составляющих в себестоимости ЗИ удалось значительно увеличить эффективность работы предприятия, ускорить процесс оценки стоимости нестандартных заявок и увеличить количество переходов заявок в заказы.

**В третьей главе** описан существующий и предложен измененный бизнес-процесс на основе эффективного алгоритма обработки промышленным предприятием заявок от потребителей с учетом особенностей конкурентной среды. Составлен список требований к соответствующему программному обеспечению оперативной оценки производственных издержек. Исследованы существующие системы автоматизированного раскроя материала (САПР) в условиях предоставления ограниченного объема информации. Представлен авторский

программный модуль прогнозирования производственных издержек «ABCMASTER».

Метод оперативной оценки производственных издержек и методика расчета материальных составляющих в себестоимости ЗИ были апробированы и внедрены на промышленном предприятии ООО «НПО «ПермНефтеГаз», что подтверждено актом о внедрении.

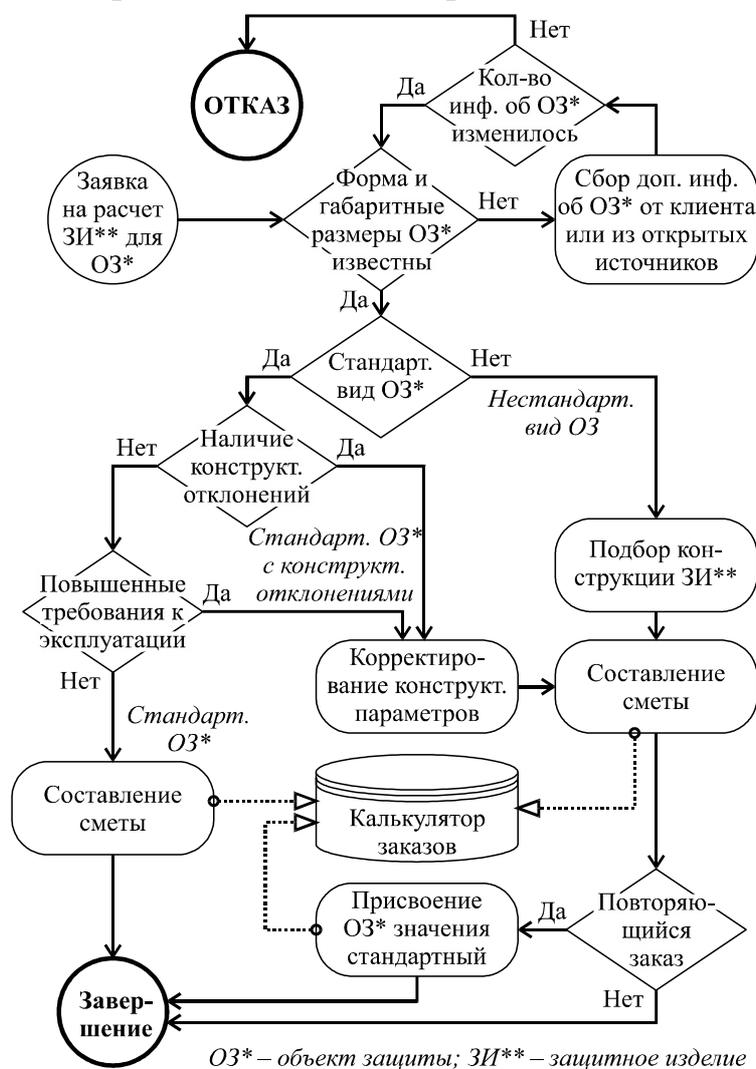


Рис. 7. Алгоритм обработки промышленным предприятием заявок от потребителей

Действующий на предприятии бизнес-процесс обработки заявок от потребителей не соответствовал требованиям рынка. Он имел продолжительный и трудоемкий этап расчета стоимости ЗИ, фиксирования комбинации соответствующих ему параметров и информирования клиента, поэтому было принято решение об его автоматизации, введении системы идентификации и распределения поступающих заявок между ПКО и отделом продаж, а также накопления опыта от реализованных заказов.

Графическое представление эффективного алгоритма обработки промышленным предприятием заявок от потребителей приведено на рис. 7. Каждая поступающая заявка на расчет ЗИ для ОЗ клиента проходит несколько этапов: оценка наличия необходимого объема информации

об ОЗ, его классификация по степени соответствия стандартному виду и расчет производственных издержек на выполнение ЗИ. В результате классификации стандартных видов ОЗ была достигнута высокая скорость выявления отделом продаж сложных и нестандартных заявок.

Разработанная методика расчета материальных составляющих описывает последовательный перебор заданных комбинаций отдельного или группового размещения на материале лекал основных элементов ЗИ для достижения максимальной эффективности использования материала.

В процессе расчета площади материала, занимаемой отдельным лекалом либо их группой применяется подход, соответствующий серийному выпуску ЗИ, равномерно распределяющий полученную обрезь материала среди лекал.

Данный алгоритм имитирует работу сотрудников производственного цеха по раскрою материала, когда между лекалами основных элементов размещаются лекала дополнительных конструктивных элементов.



Рис. 8. Алгоритм работы программы

Наиболее распространенный и удобный для реализации предложенной методики был выбран пакет MS Excel и интегрированный в него язык программирования VBA. На его основе был разработан авторский программный модуль прогнозирования производственных издержек «ABCMASTER», подтвержденный свидетельством о государственной регистрации программ для ЭВМ. Алгоритм работы оператора с модулем «ABCMASTER» представлен на рис. 8.

В четвертой главе предложено решение задачи подбора оптимальной конструкции ЗИ на основе анализа всех возможных вариантов раскроя и

компоновки лекал на материале, исследована вероятность выполнения заказа на ЗИ в зависимости от устанавливаемых ограничений. Описан организационно-экономический механизм определения производственных издержек при обработке заявок на ЗИ. Показана эффективность применения метода оперативной оценки производственных издержек на основе анализа конкурентной среды.

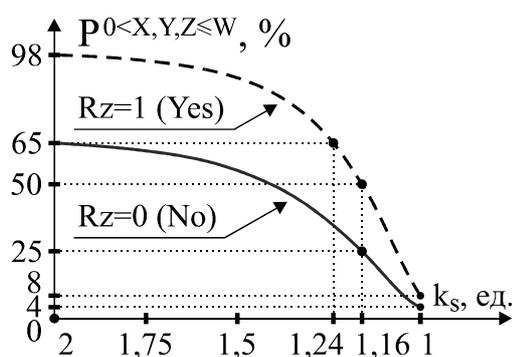


Рис. 9. Вероятность выполнения фигуры ФПП при заданных  $k_s$ ,  $R_z$  и границах  $0 < x, y, z \leq W$

В результате исследования было сформировано 14 различных вариантов сборки фигуры ФПП, объединяющих 191 комбинацию компоновки лекал на материале и определена вероятность выполнения заказа на изготовление фигуры ФПП, параметры которой не превышают две ширины рулона материала.

Установленная зависимость вероятности выполнения фигуры ФПП имеет нелинейный характер и снижается при запрете ( $R_z=0$ ) на совмещение материала в границах

лекала и ограничения на допустимый дополнительный расход материала ( $k_s$ ) (рис. 9). Изменение значений оси  $k_s$  от 2 к 1 отражают рост эффективности использования материала при снижении значения  $k_s$ .

В результате проведенного анализа более 3,3 тысяч отчетов о расходе материала было установлено, что фактический расход материала превышает прогнозируемый расход в 23% случаев, при этом среднее арифметическое превышение расхода составляет 8%, а в 77% случаях фактический расход материала

оказался меньше прогнозируемого расхода, при этом средняя арифметическая экономия составила 14% (рис. 10, а, б). В общем фактическом расходе материала было зафиксировано среднее значение на 9% меньше прогнозной величины.

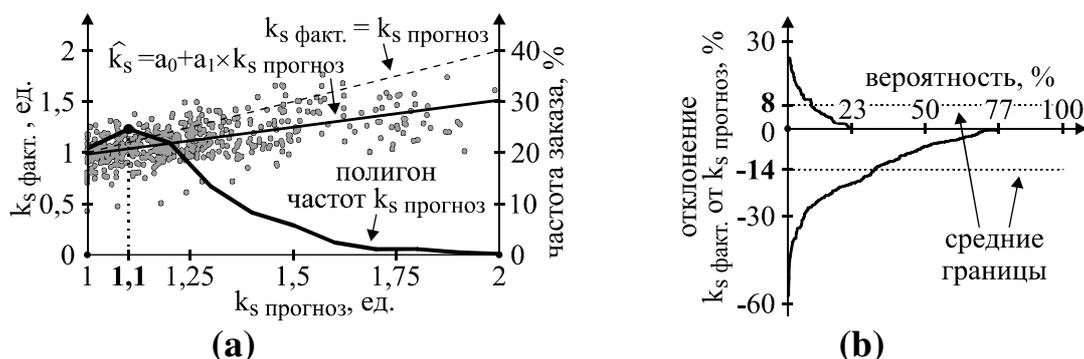


Рис. 10. Соответствие рассчитанных и фактических показателей общего расхода материалов наполнитель и ткань при выполнении ЗИ:  
 а – соответствие значений  $k_{S \text{ факт.}}$  и  $k_{S \text{ прогноз}}$  частоте заказа;  
 б – вероятность отклонения  $k_{S \text{ факт.}}$  и  $k_{S \text{ прогноз}}$

Для 28% случаев площадь израсходованного материала оказалась меньше площади лекал произведенных ЗИ ( $k_{S \text{ факт.}} < 1$ ), что говорит о фактическом использовании в производстве обрезки материалов от других заказов в соответствии с принципами бережливого производства (рис. 10, а).

Исследование с применением метода наименьших квадратов позволило установить соответствующие уравнения регрессии вида (4):

$$\widehat{k_S} = a_0 + a_1 \times k_{S \text{ прогноз}}, \quad (4)$$

где  $\widehat{k_S}$  и  $k_{S \text{ прогноз}}$  – соответственно регрессионный и прогнозный коэффициенты распределения расхода площади материала,  $a_0$  и  $a_1$  – параметры регрессии. Установленные параметры регрессии для различных групп расхода материалов представлены в таблице 1 и являются значимыми по критерию Фишера на уровне 0,05.

Таблица 1. Параметры регрессии по группам расхода материала

| Группы расхода материала            | параметры регрессии |        |
|-------------------------------------|---------------------|--------|
|                                     | $a_0$               | $a_1$  |
| устройство ЗРА материал ткань       | 0,2026              | 0,7659 |
| устройство ЗРА материал наполнитель | 0,6620              | 0,3280 |
| фигура ФПП материал ткань           | 0,3648              | 0,6199 |
| фигура ФПП материал наполнитель     | 0,2529              | 0,6537 |

На основании графиков расхода материалов (рис. 10, а, б) можно сделать вывод об эффективности выпуска ЗИ – мода коэффициента расхода площади материалов ткани и наполнителя соответствует  $k_{S \text{ прогноз}} \approx 1,1$ , средний арифметический коэффициент расхода площади материала приблизительно равен  $k_{S \text{ прогноз}} \approx 1,21$ .

Благодаря проведенному анализу потребительских предпочтений, автоматизации методики расчета материальных составляющих и распределения поступающих заявок между ПКО и отделом продаж было достигнуто увеличение

скорости обработки заявок в 6 раз, получен рост количества переходов заявок в заказы с 10 до 25%, выявлена возможность повышения объема производства на 98% при увеличении штата отдела продаж на 50%, а штата производственного подразделения – на 35-40%, что положительно отразилось на прибыли предприятия.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Определена особенность клиентоориентированной стратегии промышленного предприятия в современных условиях, заключающаяся в оперативном реагировании на поступающие заявки клиентов, гибкой системе подбора параметров многомерного продукта, согласно индивидуальным ожиданиям клиентов, позволяющей предприятию сформировать и развивать портфель клиентов с долгосрочным потенциалом с целью получения максимальной прибыли.

2. Предложен метод оперативной оценки производственных издержек по выпуску многомерного продукта, позволяющий в условиях предоставления потребителем ограниченного объема информации повысить вероятность выполнения заявок потребителей за счет классификации и типизации многомерных продуктов, полученных на основе конъюнктурного анализа рынка.

3. Разработана методика расчета материальных составляющих в себестоимости защитных изделий на основе метода ABC и методики раскроя «Мюллер и сын» в условиях предоставления клиентом неполного объема входной информации. Согласно предложенной методике для каждого из слоев защитного изделия выполняется отдельный расчет производственных издержек, что позволяет подобрать наиболее полное соответствие ожидаемой рентабельности и потребительских предпочтений.

4. Разработан эффективный алгоритм обработки промышленным предприятием заявок от потребителей, на основе которого был изменен бизнес-процесс промышленного предприятия для управления, автоматической оценки и распределения поступающих заявок от потребителей. Благодаря осуществленной модернизации бизнес-процесса была увеличена скорость обработки заявок, зафиксирован рост количества переходов заявок в заказы с 10 до 25%. Выявлен потенциал для роста объема производства на 98%, требующий увеличение штата отдела продаж на 50%, а штата производственного подразделения – на 35-40%.

5. На основе метода оперативной оценки и методики расчета материальных составляющих в себестоимости многомерного продукта был разработан авторский программный модуль прогнозирования производственных издержек «ABCMASTER». Данный программный модуль может восполнять недостающую информацию на основе выполненных ранее заказов, прост и не требует для эксплуатации применения дорогостоящего программного обеспечения. На основании анализа более 3,3 тысяч отчетов о расходе материала было зафиксировано среднее значение фактического расхода материала на 9% меньше прогнозной величины, что свидетельствует об эффективности применения данного модуля.

Таким образом, все поставленные в диссертации задачи решены, что позволяет утверждать о достижении цели проведенного исследования.

## Список основных работ, опубликованных автором по теме диссертации

*Публикации в изданиях, индексируемых в международных реферативных базах и системах цитирования*

1. **Tolstobrov, D. A.** The Algorithm for Rapid Estimation of the Production Costs of Multidimensional Products of an Industrial Enterprise / D. A. Tolstobrov, N. A. Tolstobrova, S. A. Fedoseev. – текст : непосредственный. – DOI 10.1007/978-3-030-40749-0\_29 // Lecture Notes in Net-works and Systems. – 2020. – Vol. 115. – P. 243–252. – Ст. на англ. языке.

2. **Tolstobrov, D. A.** Economic and mathematical model for calculation of preliminary production costs of multidimensional products for objects of protection having complex geometric shape / D. A. Tolstobrov, N. A. Tolstobrova, S. A. Fedoseev. – текст : электронный. – DOI 10.1088/1757-899X/483/1/012065 // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 483. – Art. 012065. – 6 p. – Ст. на англ. языке.

*Издания, включенные в перечень рекомендованных ВАК*

3. **Толстобров, Д.А.** Оперативная оценка вероятности выполнения заказа при условии неопределенности потребительского спроса / Д. А. Толстобров. – текст: непосредственный. – DOI 10.15593/2499-9873/2019.3.08 // Прикладная математика и вопросы управления / Applied Mathematics and Control Sciences. – 2019. – № 3. – С. 133–157.

*Свидетельства о регистрации программы для ЭВМ*

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019662942 Программный модуль прогнозирования производственных издержек «ABCMASTER» / **Д. А. Толстобров**. Заявка 2019661683; поступл. 23.09.2019, опубл. 07.10.2019, Бюл. № 10. – 1 с.

*Другие статьи и материалы конференций*

5. **Толстобров, Д. А.** Методологический подход к разработке поведения клиентоориентированной фирмы / Д. А. Толстобров, Н. А. Толстоброва – текст: непосредственный // Совершенствование стратегического управления корпорациями и региональная инновационная политика: мат. Росс. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Пермь, 5 декабря 2013 г.) – Пермь: Изд-во ПГНИУ, 2013. – С. 312-317.

6. **Толстобров, Д. А.** Влияние клиентоориентированной политики предприятия на организацию производственного процесса / Д. А. Толстобров, Н. А. Толстоброва – текст: непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12–3. – С. 606–611.

7. **Толстобров, Д. А.** Методический подход к анализу процесса ценообразования в компании на конкурентном рынке / Д. А. Толстобров, Ю. К. Перский, Н. А. Толстоброва – текст: непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2014. – №9. – С. 174–180.

8. **Толстобров, Д. А.** Моделирование процесса информационного обеспечения для построения конкурентного анализа бизнес-стратегии / Д. А. Толстобров – текст: непосредственный // Журнал магистров. – 2014. – № 2. – С. 265–271.
9. **Толстобров, Д. А.** Исследование процесса развития клиентоориентированного поведения фирмы / Д. А. Толстобров, М. Ю. Осипова, Н. А. Толстоброва – текст: непосредственный // Формирование гуманитарной среды в ВУЗе: Инновационные образовательные технологии. Компетентностный подход: мат. XIV Всерос. научн.-практ. конф. (г. Пермь, 24–25 апреля 2014 г.) – Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2014. – С. 139–145.
10. **Толстобров, Д. А.** Подход к моделированию производственного процесса клиентоориентированного предприятия / Д. А. Толстобров, Ю. К. Перский – текст: непосредственный // ВУЗ и реальный бизнес. – 2015. – Т. 1. – С. 174–177.
11. **Толстобров, Д. А.** Определение влияния клиентоориентированности отечественного бизнеса на развитие инновационной деятельности в России / Д. А. Толстобров, Н. А. Толстоброва – текст: непосредственный // Инновационное развитие экономики: тенденции и перспективы: мат. VII Междунар. научн. – практ. конф. г. Пермь, 2015. – Т. 1. – С. 340–350.
12. **Толстобров, Д. А.** Формирование ценовой политики для клиентоориентированного производственного предприятия / Д. А. Толстобров – текст: непосредственный // Повышение производительности труда как ключевое направление региональной промышленной политики и основа неоиндустриального подъема инновационной конкурентоспособности корпораций: мат. IV Междунар. научн.-практ. конф., 2015. – С. 311–318.
13. **Толстобров, Д. А.** Особенности моделирования бизнес-процессов клиентоориентированного производственного предприятия / Д. А. Толстобров – текст: непосредственный // Какая экономическая модель нужна России? мат. II Пермского конгресса ученых-экономистов, 2016. – Пермь: Изд-во ПГНИУ, 2016. – С. 85–89.
14. **Толстобров, Д. А.** Моделирование бизнес-процесса разработки нового продукта в инновационной экономике / Д. А. Толстобров – текст: непосредственный // Инновационное развитие экономики: тенденции и перспективы. Материалы VI Междунар. научн. – практ. конф. г. Пермь. – 2017. – Т. 1. – С. 79–88.
15. **Толстобров, Д. А.** Неценовая конкуренция – стратегия эффективного соперничества за своего потребителя / Д. А. Толстобров, С. А. Толстоброва – текст: непосредственный // Труды X Междунар. зимней школы по институциональной экономике, 2017. – С. 248–250.
16. **Толстобров, Д. А.** Особенности организации выпуска промышленного многомерного продукта / Д. А. Толстобров, С. А. Федосеев – текст: непосредственный // Инновационное развитие экономики: тенденции и перспективы: мат. VII Междунар. научн. – практ. конф., г. Пермь, 2018. – Т. 1. – С. 488–494.
17. **Толстобров, Д. А.** Многомерный продукт – конкурентное преимущество для развития промышленного предприятия в сфере B2B / Д. А. Толстобров – текст: непосредственный // Шумпетеровские чтения. – 2017. – Т. 1. – С. 186–192.

---

Подписано в печать 17.06.2021. Тираж 100 экз.  
Усл. печ. л. 1,2. Формат 60×84/16. Заказ № 993/2021.

---

Отпечатано с готового оригинал-макета  
в типографии издательства Пермского национального  
исследовательского политехнического университета  
614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.  
Тел.: (342) 219-80-33