

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

DOI: 10.25987/VSTU.2019.24.70.008

УДК 332.143

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ В МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**П.П. Лутовинов, С.А. Меленькина**

Уральский социально-экономический институт (филиал)  
Образовательного учреждения профсоюзов высшего образования  
«Академия труда и социальных отношений»  
Россия, 454091, Челябинск, ул. Свободы. 155/1

**Введение.** В статье излагаются вопросы совершенствования организации производства на примере трубного и машиностроительного предприятий с использованием методических положений оптимизации затрат. Быстро меняющийся мир, внешние угрозы, возрастающие требования к сохранению экологической безопасности усложняют управление предприятием. Особенно это касается крупных металлообрабатывающих предприятий. Усложняется выбор и обоснование принятия решений по сохранению эффективности работы в условиях сокращения спроса на продукцию предприятия. В этих условиях при отсутствии возможности диверсификации производства принято, что главным направлением сохранения организации производства является оптимизация затрат.

**Теория, методы.** Уточнено понятие «оптимизация затрат» как процесс выбора варианта устойчивого развития предприятия при минимальных затратах на его достижение, реализуемый в условиях ограничений социально-экономического характера с использованием цифровых методов организации производства.

На основе обзора литературы сформулированы принципы, способы, организационные элементы, методы, правила, аспекты, направления оптимизации затрат на металлообрабатывающем предприятии.

**Полученные результаты.** Для проектирования конкретных моделей предложена обобщённая модель оптимизации затрат, в основе которой положен принцип максимизации чистого дисконтированного дохода (ЧДД) при снижаемом объёме производства, определяемым спросом на рынке. С использованием данного подхода создана модель оптимизации совокупных затрат на основе совершенствования технологии производства электросварных труб большого диаметра. Также уточнена модель оптимизации затрат на персонал, отличающаяся тем, что в ней при выборе оптимального варианта учитываются инвестиции и отдельно затраты на создание благоприятных условий труда, зависящие от сокращения времени (дней) работы и численности персонала.

**Заключение.** Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что использование созданной модели затрат на производство электросварных труб большого диаметра позволяет выбрать оптимальный состав технологических операций (с применением технологических планок или без них).

---

### Сведения об авторах:

**Павел Павлович Лутовинов** (д-р экон. наук, профессор, pavelltv@mail.ru), профессор кафедры экономики  
**Светлана Анатольевна Меленькина** (канд. экон. наук, melenkina@mail.ru), доцент кафедры экономики

### Oh authors:

**Pavel P. Lutovinov** (Dr. Sci (Economy), Professor, pavelltv@mail.ru), Professor of the Department of Economics  
**Svetlana A. Melenkina** (Cand. Sci (Economy), melenkina@mail.ru), Docent of the Department of Economics

Усовершенствованная модель оптимизации затрат на персонал даёт возможность определить максимальную экономию при заданном снижении объёмов производства на металлообрабатывающем предприятии с использованием коэффициентов, учитывающих затраты на технику безопасности, создание и поддержание нормальных условий труда и отдыха, пособия высвобождаемым работникам.

**Ключевые слова:** оптимизация затрат, чистый дисконтированный доход, трубы большого диаметра, дефектная часть шва, персонал, зарплата

**Для цитирования:**

Лутовинов П.П., Меленькина С.А. Оптимизация затрат в металлообрабатывающем производстве // Организатор производства. 2020. Т.28. № 1 С. 79-90. DOI: 10.25987/VSTU.2019.24.70.008

### COST OPTIMIZATION IN METALWORKING PRODUCTION

**P.P. Lutovinov, S.A. Melenkina**

*Ural Social and Economic Institute (branch) of the Trade Unions'  
Educational Institution of Higher Education  
"Academy of Labor and Social Relations»  
Russia, 454091, Chelyabinsk, Svobody street. 155/1*

**Introduction.** *The article describes the issues of improving the organization of production on the example of pipe and machine-building enterprises using the methodological provisions of cost optimization. The rapidly changing world, external threats, increasing requirements for environmental safety complicate the management of the enterprise. This is especially true for large metalworking enterprises. The choice and justification of decision-making on preservation of efficiency of work in the conditions of reduction of demand for production of the enterprise becomes more complicated. In these conditions, in the absence of the possibility of diversification of production, it is accepted that the main direction of maintaining the organization of production is to optimize costs.*

**Data and methods.** *The concept of "cost optimization" is clarified as a process of choosing a sustainable development option for an enterprise with minimal costs to achieve it, implemented in conditions of socio-economic constraints using digital methods of production organization. Based on the review of the literature, the principles, methods, organizational elements, methods, rules, aspects, directions of cost optimization at the metalworking enterprise are formulated.*

**Results.** *For the design of specific models, a generalized model of cost optimization is proposed, which is based on the principle of maximizing net discounted income (NDI) with a reduced volume of production determined by market demand. Using this approach, a model for optimizing total costs based on improving the production technology of large-diameter electric welded pipes was created. The model of optimization of personnel costs is also clarified, characterized in that it takes into account investments and separately the costs of creating favorable working conditions, depending on the reduction of time (days) of work and the number of staff when choosing the optimal option.*

**Conclusions.** *The practical significance of the research results lies in the fact that the use of the created model of costs for the production of large-diameter electric welded pipes allows you to choose the optimal composition of technological operations (with or without technological bars).*

*The improved model of personnel cost optimization makes it possible to determine the maximum savings for a given reduction in production volumes at a metalworking enterprise using coefficients that take into account the cost of safety, creation and maintenance of normal working and leisure conditions, and benefits for released employees.*

**Key words:** *cost optimization, net discounted revenue, large diameter pipes, defective seam part, personnel, salary*

### For citation:

Lutovinov P. P., Melenkin S.A. Optimization of costs in metal processing production // Organizer of production. 2020. Т. 28. № 1 P. 79-90 DOI: 10.25987/VSTU.2019.24.70.008

### Введение

При производстве машин, труб, аппаратов или других видов изделий, в которых значительную долю затрат составляют затраты на металл, очень часто стоит проблема минимизации затрат для обеспечения конкурентоспособности производства при выпуске продукции заданного качества. Решение проблемы сводится к выбору варианта технологии, в основном исходя из минимума совокупных затрат на металл, заработную плату, энергию. В широком смысле также актуальной является задача определения минимума совокупных затрат при кооперации производства продукции несколькими фирмами, реализующими различные стадии технологического передела.

Задача выбора оптимального сочетания участников и состава технологических операций усложняется при изменяющихся требованиях к качеству продукции. В зависимости от состояния спроса со стороны потребителя товара, его возрастающих потребностей и возможностей производитель вынужден искать варианты с одной стороны удовлетворяющие потребности в качестве, с другой - имеющие более низкие цены, а следовательно, более низкие затраты на производство по отношению к конкурентам.

Особенно актуальна проблема выбора оптимального варианта технологии в металлургическом производстве, где реализация инновационного проекта связана с большими единовременными затратами (инвестициями). От металлургической отрасли зависят такие базовые отрасли как промышленность, строительство и топливно-энергетический комплекс в совокупности составляющие 58% ВВП страны. Важность данного вопроса подтверждается в Правительством страны в «Стратегии развития черной металлургии России на 2014-2020 годы и на перспективу до 2030 года». В Стратегии отмечено, что до 2030 года будет существенно изменена структура потребления труб, возрастет доля строительной сферы, возрастет

конкуренция на внешнем рынке предприятия из-за избыточного предложения продукции Китаем и Индией. Доля металлургической промышленности в промышленном производстве составляет около 18%. Россия является одним из крупнейших производителей металлов в мире. По производству алюминия и никеля, титанового проката Россия занимает 2-е место в мире, по производству стали – 5-е место [1].

Однако по темпам роста и объемам производства страна РФ существенно отстает от КНР (за первые десять месяцев 2019 года выплавка стали в КНР увеличилась на 7,4 % по сравнению с аналогичным периодом 2018 года. В 2017 году производство стали в КНР составило более 830 млн. тонн, в РФ: – 71,3 млн. тонн [2].

### Теория, методы и модели

Для выработки методических основ моделирования при выборе наиболее подходящих вариантов стратегического развития предприятий рассмотрим термины, определяющие виды затрат на развитие, производство и реализацию продукции.

В практике управления экономикой предприятия, в учебной и научной литературе сегодня используются понятия: «расходы», «затраты», «издержки». Для корректности исследования рассмотрены различные трактовки этих понятий.

В нормативном документе: Положения по бухгалтерскому учёту под расходами понимается уменьшение экономических выгод, связанное с выбытием активов, в частности денежных средств или иного имущества и возникновение обязательств, которые приводят к уменьшению капитала предприятия.

Согласно Налоговому кодексу РФ, расходы - это обоснованные и подтвержденные документально затраты, понесенные налогоплательщиками. Обоснованными расходами считаются экономически целесообразные затраты, оцененные в денежной форме. Подтвержденными документально расходами считаются затраты, которые подтверждены

документами, оформленными в соответствии с требованиями российского законодательства. К расходам относятся любые затраты, произведенные для осуществления хозяйственной деятельности, направленной на получение доходов. При разъяснении порядка некоторых платежей в Налоговом кодексе понятие «издержки» используется как синоним понятия «расходы».

Разница между затратами, расходами и издержками определяется в работе В. Скляренко [3]

После анализа нескольких определений А.С. Игуменников предлагает следующие определения [4]:

➤ Затраты это денежная оценка ресурсов, использованных для производства и продажи готовой продукции, работ, услуг за определённый промежуток времени.

➤ Расходы – это денежная оценка объёма ресурсов, которые либо полностью перенесли свою стоимость на проданную продукцию, либо просто выбыли из организации.

С данными определениями можно согласиться добавив то, что единовременные затраты (инвестиции) также могут быть направлены для подготовки и ликвидации производства.

Для уточнения предмета исследования рассмотрено понятие «оптимизация затрат» в контексте развития, улучшения, повышение устойчивости работы, конкурентоспособности предприятия. В Большом экономическом словаре «оптимизация – процесс нахождения экстремума функции;...; процесс приведения системы в наилучшее оптимальное состояние [5]».

Представляется, что более соответствует реалиям современного бизнеса определение:

▪ Оптимизация — процесс максимизации выгодных характеристик, соотношений (например, оптимизация производственных процессов и производства), и минимизации расходов [6];

▪ оптимизация затрат и издержек компании – это поиск и внедрение более эффективного способа управления финансами [7].

Более общая трактовка процесса оптимизации изложена в источнике [8]: – это ряд действий, которые нужно выполнить для того, чтобы достичь максимально благоприятного результата при минимальных затратах. Данное

определение не даёт чёткой ориентации объекту оптимизации. Ещё в большей степени это относится к определению, данному в словаре [9]: оптимизация – определение значений экономических показателей, при которых достигается оптимум, то есть оптимальное, наилучшее состояние системы. Чаще всего оптимуму соответствует достижение наивысшего результата при данных затратах ресурсов или достижение заданного результата при минимальных ресурсных затратах.

В толковом словаре [10] оптимизация аналогично рассматривается как процесс выбора из всех возможных вариантов использования ресурсов, которые дают наилучшие результаты. При этом допускается, что процесс сводится к максимизации целевой функции. Однако, когда рассматривается процесс поиска экстремуму функции затрат, то корректнее говорить не о максимизации, а о минимизации функции. По мнению авторов [11] в практике индивиды при оптимизации выбирают между ограниченным числом возможностей, используя грубые «методы проб и ошибок». А. Аракелов считает, что оптимизировать расходы – это значит привести их к такому уровню, при котором прибыль максимальна при одинаковых прочих условиях [12]. «Оптимизация расходов – это приведение их величины к такому уровню, когда при прочих равных условиях достигается максимальный размер прибыли» [13]. Представляется, что прибыль не всегда является единственным и главным показателем оптимизации. Тем более, когда речь идёт о периоде снижения спроса на продукцию предприятия.

С учётом выше сказанного и поставленной целью исследования под оптимизацией затрат понимается процесс выбора варианта устойчивого развития предприятия при минимальных затратах на его достижение в условиях принятых ограничений социально-экономического характера с использованием цифровых методов организации производства.

Решению проблемы оптимизации затрат на предприятии посвящено множество работ: [11-39].

При всём множестве предлагаемых принципов, способов, методов и направлений оптимизации (снижения) затрат при применении динамического программирования для оптимизации затрат необходимо руководствоваться принципом оптимальности Беллмана:

оптимальное поведение обладает тем свойством, что, каковы бы ни были первоначальное состояние и решение (т.е. управление), последующие решения должны составлять оптимальное поведение относительно состояния, получающегося в результате первого решения [6].

В работе [20] называются три принципа, которых следует придерживаться во избежание лишних затрат: планирование; контроль; дисциплина.

В статье [18] рассмотрены в период кризиса наиболее эффективные способы снижения издержек, такие как снижение затрат на закупку, оспаривание кадастровой стоимости для целей снижения налоговых выплат, анализ активов компании, выявление непрофильных, неликвидных, проблемных объектов, на содержание которых тратится большой финансовый ресурс.

В русле современных подходов к повышению эффективности работы предприятия в работе [19] справедливо предлагается при оптимизации соотносить затраты с вызвавшими их процессами. Принципиальным отличием является способ распределения затрат внутри групп не по организационной структуре, а по однородным функциям [19].

При оптимизации затрат в источнике [21] предлагается соблюдать следующие правила оптимизации расходов на персонал.

1. В некоторых случаях полезно увеличить расходы на персонал.

2. «Правило эффективности» – каждая единица затрат должна приносить максимальный результат.

3. Даже минимальное снижение расходов является хорошим результатом.

4. Привыкнув экономить по мелочам, работники тем более начнут ответственно относиться к масштабным затратам.

5. Расходы невозможно снизить, не потратив на это ни копейки. Часто полезные затраты, могут уберечь от больших потерь (страхование, охрана, повышение качества).

6. Работы по оптимизации затрат должны проводиться ежедневно, непрерывно, планомерно.

7. Перед каждым работником нужно поставить индивидуальную задачу.

8. Выходя на «тропу войны» с лишними расходами, надо вооружиться карандашом, бумагой, калькулятором и недоверием. Любая

подмеченная неэффективность или мелькнувшая в голове идея по ее устранению должны храниться не в памяти, а на бумаге.

9. Надо проверять слова сотрудников цифрами.

10. Разумным способом оптимизации затрат предприятия видится нормирование выбранных относительных и абсолютных показателей.

Можно согласиться с мнением, изложенным в работе [22], что проблема оптимизации расходов решается в следующих направлениях.

1. Снижение издержек за счет внутренних ресурсов: повышение производительности, уменьшение материальных затрат, сокращение штата предприятия.

2. Относительное снижение затрат путем увеличения объема производства, в том числе, за счет проведенного маркетингового исследования.

3. Формирование строгой финансовой дисциплины («добро» на расходы может давать ограниченный круг лиц.

В рамках выбранных направлений целесообразно применение методов Директ-костинга, абсорпшн-костинга, стандарт-костинга, метода ABC (Activity Based Costing), таргет-костинга, кайзен-костинга, CVP-анализ (анализ точки безубыточности), бенчмаркинга расходов, кост-килинг, LCC-анализа, метода VCC, анализа затратнообразующих факторов [23, 26].

Рекомендации по сокращению (оптимизации) затрат предприятия в условиях кризиса даны в работе [27].

В работе [14] выделяются пять ключевых организационных элементов, имеющих на взгляд авторов решающее значение для грамотного управления затратами: «Большая картинка и бенчмаркинг» (сопоставление стратегий сокращения затрат и развития производства, изучение опыта успешных фирм), «Информационные потоки» (информирование всех работников о стратегических планах предприятия и увлечение их решением задач по оптимизации персонала), «Структура» (придание мобильности организационной структуре управления предприятием), «Образ мышления» (согласование образа мышления каждого работника со стратегическими приоритетами, повышающими конкурентные возможности фирмы), «Правила принятия решений» (точки принятия решений должны

находиться как можно ближе к возможностям достижения конкурентных преимуществ фирмы). Методы оптимизации, даны в [31]:

- снижение затрат;
- оптимизация организационной структуры;
- модернизация процессов производства;
- усиление и оптимизация контроля;
- усиление маркетинговых коммуникаций.

Для реализации процесса оптимизации затрат необходима их структуризация. Для этих целей может быть применена классификация по признакам, соответствующим параметрам оптимизации. Признаки оптимизации и соответствующие им группы затрат представлены в работах [32 - 33, 38].

Завершающим этапом выбора проектов по оптимизации затрат является оценка их эффективности. Оценить экономическую эффективность работы организации можно рассчитав показатели. Их более двухсот [31]. Многие из них носят частный характер, отражая эффективность использования одного из видов ресурса [40].

На наш взгляд интегральными критериями выбора вариантов оптимизации затрат являются показатели эффективности инвестиционных проектов [41].

Например, при производстве деталей машин заданного качества оптимизация затрат часто сводится к поиску совокупного минимума затрат на производство заготовок (штамповку, литьё) и механическую обработку. При повышении точности заготовок возрастают затраты на их изготовление, но зато сокращаются затраты на механическую обработку.

Математическая модель оптимизации затрат в данном случае выглядит следующим образом:

$$\sum_0^T (Z_t + Z_{o_t} + K_t + K_{o_t}) \alpha_t \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $Z_t$ ,  $Z_{o_t}$  – текущие затраты на 1-ой и 2-ой стадиях обработки;

$K_t$ ,  $K_{o_t}$  – инвестиции на 1-ой и 2-ой стадиях обработки;

$\alpha_t$  – коэффициент дисконтирования.

В работе [41] представлен частный случай использования данного подхода при выборе вариантов реализации технологического про-

цесса производства электросварных труб большого диаметра.

Особенностью данного процесса является использование технологических планок для выведения на них дефектной части сварного шва в начале и конце трубы. Этот приём позволяет сократить величину обрезаемой части трубы (обрези), имеющей некачественный шов. Но использование технологических планок требует значительных текущих и инвестиционных затрат, которые не всегда компенсируются экономией от уменьшения длины обрези.

Для определения целесообразности использования технологических планок получено выражение расчёта максимальной длины обрези, при которой их использование экономически невыгодно [41]. С учетом инвестиций из выражения (1) получаем уточнённую максимальную длину обрези, при которой использование технологических планок нецелесообразно:

$$\begin{aligned} & \frac{(l_n + l_k)_{\max}}{k} = (n \times ((D-d) \div 2) \times l_{\text{ТП}} \\ & \times v \times v_{\text{д}} \times (C_{\text{ТП}} - C_{\text{омхТП}}) + 3П_{\text{ТП}} \times K_n) + (K_m - K_n) \div T \div Q + \\ & + (3_{\text{фл1}} + 3_{\text{зл}}) \div 2 \div (\pi \times (D^2 - d^2) \times v_{\text{д}} \times (C - C_{\text{омх}})) \div 4, \quad (2) \end{aligned}$$

где  $(l_n + l_k)_{\max}$  – суммарная длина отрезаемых дефектных частей трубы, м;

$n$  – количество технологических планок для одной трубы;

$D, d$  – соответственно наружный и внутренний диаметры трубы, м;

$l_{\text{ТП}}$  – длина технологической планки, м;

$v$  – ширина технологической планки, м;

$v_{\text{д}}$  – удельный вес металла,  $т/м^3$ ;

$C_{\text{ТП}}, C_{\text{омхТП}}$  – соответственно цена 1т металла и металлолома технологических планок;

$3_{\text{зл}}$  – затраты на электроэнергию по изготовлению, приварке и обрезке 1-ой технологической планки;

$3_{\text{фл}}$  – затраты на флюс при сварке технологических планок;

$3П_{\text{ТП}}$  – затраты на оплату труда рабочих с начислениями по изготовлению, приварке и обрезке технологической планки;

$K_n = (K_{\text{рсэо}} + K_{\text{зст}} + K_{\text{оц}} + K_{\text{озр}} + K_z)$  – коэффициент накладных расходов;

$K_{\text{рсэо}}, K_{\text{зст}}, K_{\text{оц}}, K_{\text{озр}}, K_z$  – коэффициенты, учитывающие расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, общестановые, общецеховые, общезаводские, внепроизвод-

ственные расходы, приходящиеся на операции использования технологических планок;

$K_m$  и  $K_n$  – инвестиции в совершенствование технологии сварки труб с целью сокращения дефектной части шва и установку оборудования и оснастки по изготовлению, приварке и обрезке технологических планок, руб;

$T$  – срок службы оборудования, год;

$Q$  – годовой объём производства труб, шт,

$C_{III}$ ,  $C_{отхIII}$  – соответственно цена 1т штрипса (металла для трубы) и отходов в металле, руб.

Выражение (2) получено при условии, что зарплата сварщиков труб не зависит от длины трубы и при сварке труб без использования технологических планок учитываются только затраты на металл, который идёт в обрезь.

Расчеты показывают, что при использовании прогрессивных приёмов заварки кратера [42] можно обеспечить сокращение длины дефектной части трубы до 80-130мм. В этом случае отпадает необходимость использования дорогостоящего оборудования и дополнительных операций по производству, приварке и отрезке технологических планок; высвобождаются работники, сокращаются затраты на персонал.

В работах [24 – 25, 39 и др] изложена технология комплексной оптимизации затрат на производственный персонал.

Существуют противоречивые мнения относительно сокращения персонала. В большинстве источников [26 – 28 и др. ] – это одно из важных мер повышения конкурентоспособности фирмы при сокращении затрат на персонал из-за сокращения объёмов производства. В работе [29] справедливо указывается, что сокращение штатов приводит к негативным последствиям из-за ухудшения отношений в коллективе. Оптимизация затрат на предприятии складывается из нескольких статей. Часть статей затрат можно сократить безболезненно, некоторые — со значительной выгодой, а некоторые следует не трогать.

Крупнено оптимизация расходов на персонал в условиях значительного продолжительного снижения объёмов производства состоит из:

1. сокращения числа дней работы персонала (переход на укороченную рабочую неделю);
2. высвобождения части персонала;
3. оптимизации оплаты труда;
4. снижении затрат на обеспечение условий труда;

5. совершенствовании организации труда (аутстаффинг, аутплейсмент, аутсорсинг, лизинг персонала, многостаночное обслуживание, совмещение профессий).

По мнению [37] применение следующих мер приведет к снижению затрат на персонал, но не принесёт значительных убытков производству:

- ❖ повышение квалификации через семинары, форумы, тренинги;
- ❖ оптимизация тарифов на связь и интернет;
- ❖ отмена дальних командировок;
- ❖ сокращение сотрудничества с дорогостоящими сотрудниками извне;
- ❖ частичный перевод штата персонала на удаленный режим работы;
- ❖ снижение затрат на рекламу.

Основные методы оптимизации затрат на персонал и условия их применения изложены нами в работе [43]. Там же была получена зависимость величины снижения затрат на персонал при снижении численности работников и сокращении количества дней работы в году. Дальнейшие исследования показали возможность оптимизации затрат на персонал при использовании коэффициентов, учитывающих затраты на технику безопасности, создание и поддержание нормальных условий труда и отдыха работников.

Формула определения величины снижения затрат (СП) на персонал имеет вид:

$$СП = ЗП_{ср} \times Ч \times n \times (K_{cc} \times (1 - K_v) + K_{ym} \times (1 - K_u) + cc)$$

$$\frac{K_{ym} \times (K_u - K_v)}{K_u} - K_6 \times (1 - K_u) \times K, \quad (3)$$

где Ч, ЗП<sub>ср</sub>, n - базовые значения средне-списочной численности, средневенной заработной платы персонала, количества рабочих дней в году;

$K_{cc}$  – коэффициент обязательных перечислений в социальные фонды;

$K_v$  - коэффициент снижения объёма производства;

$K_u$  – коэффициент снижения численности персонала (определяется как отношение расчетной численности к базовой);

$K_6$  – коэффициент, учитывающий затраты, которые прямо относятся к одному работнику независимо от количества времени его работы (на спецодежду, коммуникации, частично содержание социально-бытовых помещений в базовом году);

$K_{утч}$  - коэффициент, учитывающий затраты на обеспечение условий труда, зависящие от количества рабочих дней (вода, содержание социально-бытовых помещений, на транспорт, охрана труда на рабочем месте, кондиционирование воздуха, обогрев кабины и т. д.);

$K_v$  – коэффициент, учитывающий выплаты выходных пособий высвобождаемым работникам.

**Полученные результаты**

Зависимость между затратами на персонал и снижением объёма производства апробиро-

валась на материалах машиностроительного и трубопрокатного заводах. Установлено, что в определённых условиях может быть поучено максимальное сокращение затрат на персонал при соотношении между коэффициентом сокращения численности и коэффициентами затрат, которое получается из производной функции (2) (рисунок):

$$K_{ч} = \sqrt{\frac{K_{умч}}{K_{умч} - (K_{в} \times K_{сс})}} \quad (3)$$

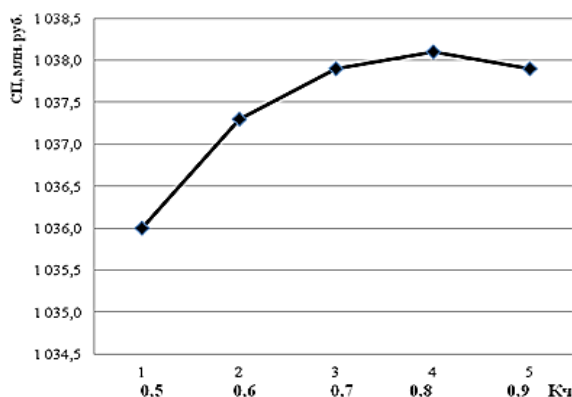


График изменения затрат на персонал  
Schedule of changes in personnel costs

График с экстремумом функции построен с использованием показателей, близких к реальным, крупного машиностроительного завода (при ЗПср = 1200 руб/дн; Ч = 6000 чел; n = 220дн; Ксс = 1,3; Кv = 0,5; Кутч = 0,06; Купп = 0,01; Кв = 0,04). Анализ показал [44], что при выборе вариантов существенное влияние на экономию затрат оказывает величина выходного пособия на персонал. Если оно выплачивается каждому увольняемому в размере трёх месячных зарплат, то практически всегда экономически выгоден вариант с максимальной величиной сокращения числа дней работы. Это обстоятельство ещё раз подтверждает тезис о том, что высвобождение работников является крайней мерой и требует индивидуального подхода. Отклонения от оптимума в сторону уменьшения числа высвобождаемых работников возможны при их согласии: работать меньшее число дней или переходить на укороченный рабочий день.

**Заключение**

Россия, занимая одно ведущих мест по производству металлов в мире. Однако по темпам роста и объёмам производства страна РФ существенно отстаёт от КНР, теряя конкурентоспособность на мировом рынке.

Важным направлением повышения конкурентоспособности является оптимизация затрат при повышении или сохранении необходимого качества продукции.

Используя комплексную цифровую модель минимизации как текущих, так и инвестиционных затрат можно определять наиболее выгодный вариант сочетания технологических операций на стадиях обработки изделий. При производстве труб большого диаметра сопоставляя предельную величину обрезки, при которой целесообразно отказаться от использования части операций, с технологическими возможностями основного сварочного процесса можно получить не только экономический, но и экологический эффект.

Используя усовершенствованную модель оптимизации затрат на персонал можно получить максимальное снижение затрат в условиях временного спада производства.

Таким образом, для выработки решений по оптимизации затрат на производство, выбрав обозначенные в данном исследовании принципы и направления, применяя предложенные цифровые модели можно повысить устойчивость



работы предприятия в условиях усиления негативного воздействия факторов внешней среды.

### Библиографический список

1. Итоги 2017 г. в российской черной металлургии // Специализированный ж-л «Металлоснабжение и сбыт» ежедн. интернет-изд. URL: /http://www.metalinfo.ru/.
2. Китай снова озаботился проблемой перепроизводства стали // Специализированный ж-л «Металлоснабжение и сбыт» ежедн. интернет-изд. 2019. 20 ноя. URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/112355>.
3. Складенко, В. В чем разница между затратами, расходами и издержками? – 2015. – URL: <https://www.klerk.ru/author/4827/> (дата обращения: 20.11.2019).
4. Игуменников, А.С. Различие понятий «затраты» и «расходы» // Молодой ученый. — 2015. — №5. — С. 275-278. URL: <https://moluch.ru/archive/85/15887/> (дата обращения: 15.11.2019).
5. Большой экономический словарь / Под ред. А.Н. Азрилияна. М.: Институт новой экономики, 2002. – 1280 с. С. 601.
6. Оптимизация // Википедия. [2019]. Дата обновления: 15.11.2019. URL: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=98124860> (дата обращения: 15.11.2019).
7. Оптимизация затрат и издержек компании. ЦТБ: [Сайт]. URL: <http://bizprocess.by/optimizatsiya-zatrat-kompanii>.
8. Оптимизация: что это, назначение и способы оптимизации: [Сайт]. URL: <https://ktonanovenkogo.ru>.
9. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. 2-е изд., испр. М.: ИНФРА-М. – 1999. – 479 с.
10. Экономика. Толковый словарь / И.М. Осадчая. М.: "ИНФРА-М", Издательство "Весь Мир". Дж. Блэк. – 2000.
11. Евсеева Т.П., Романова О.Е., Газизова О.В. Оптимизация выбора материала статистическими методами // Вестник Казанского технологического университета. 2014. №16. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-vybora-materiala-statisticheskimi-metodami>.
12. Аракелов, А. Оптимизация расходов. [Электронный ресурс] // Финансовый директор: [сайт]. [2018]. URL: <https://www.fd.ru/articles/159013-optimizatsiya-rashodov-18-m1>.
13. Гавриловская, С.П. Оптимизация затрат на предприятиях нефтепереработки. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Белгород, 2010 / URL: [https://new-disser.ru/\\_avtoreferats/01004736917.pdf](https://new-disser.ru/_avtoreferats/01004736917.pdf).
14. Карепин, Д. В. Развитие системы оптимизации затрат на металлургических предприятиях // Проблемы экономики и юридической практики. – 2011. – №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-sistemy-optimizatsii-zatrat-na-metallurgicheskikh-predpriyatiyah> (дата обращения: 20.11.2019).
15. Шершидский, В. Оптимизация затрат – это не сокращение персонала: [Сайт]. URL: [https://www.cfin.ru/anticrisis/methodical\\_material/consultants/cost\\_optimization.shtml](https://www.cfin.ru/anticrisis/methodical_material/consultants/cost_optimization.shtml).
16. Цифровизация в экономике. Управление на основе прогнозирующих моделей для повышения экономических показателей производства: [Сайт]. URL: <https://se.mining-media.ru/wp-content/uploads>.
17. Калужный, Н.В. Методы оптимизации затрат на предприятии // Вопросы науки и образования. – 2018. – №22 (34). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-optimizatsii-zatrat-na-predpriyatii> (дата обращения: 20.11.2019).
18. Савосина, К. В. Отдельные аспекты оптимизации производственных затрат фирмы // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – №10-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otdelnye-aspekty-optimizatsiya-proizvodstvennyh-zatrat-firmy> (дата обращения: 20.11.2019).
19. Лекаркина Н.К. Оптимизация издержек в современных российских реалиях // Оценка инвестиций. – 2016. – №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-izderzhok-v-sovremennyh-rossiyskih-realiyah> (дата обращения: 19.11.2019).
20. Центр технологии бизнеса: [Сайт]. URL: <http://bizprocess.by/optimizatsiya-zatrat-kompanii/>.
21. Оптимизация затрат предприятия: [Сайт]. URL: <https://ekonomika-student.com/optimizaciya-zatrat-predpriyatiya.html>.
22. Оптимизация расходов: план, мероприятия // FB.ru: [Сайт]. URL: <https://fb.ru/article/323653/optimizatsiya-rashodov-plan-meropriyatiya>.

23. Автоматизация бизнеса. Оптимизация управления затратами: [Сайт]. URL: <https://rdv-it.ru/news/optimizatsiya-upravleniya-zatratami/>.
24. Правильная оптимизация работы персонала без увольнений: [Сайт]. URL: <https://rdv-it.ru/news/pravilnaya-optimizatsiya-raboty/>.
25. Оптимизация затрат на производственный персонал: [Сайт]. URL: <https://hr-portal.ru/article/optimizaciya-zatrat-na-proizvodstvennyu-personal>.
26. Сысо, Т.Н. Оптимизация управления затратами предприятия // Вестник ОмГУ. Серия: Экономика. – 2011. – №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-upravleniya-zatratami-predpriyatiya> (дата обращения: 19.11.2019).
27. Жалевич, А. Оптимизация расходов на предприятии в период кризиса: [Сайт]. URL: [https://www.cfin.ru/management/finance/cost/crisis\\_optimization.shtml](https://www.cfin.ru/management/finance/cost/crisis_optimization.shtml).
28. Макаревич, Л. Снижение себестоимости и оптимизация затрат предприятия: [Сайт]. URL: <https://hr-portal.ru/article/snizhenie-sebestoimosti-i-optimizaciya-zatrat-predpriyatiya>.
29. Как составить и выполнить программу по оптимизации затрат. Справочник экономиста.1918. № 5. – URL: [https://www.profiz.ru/se/5\\_2018/programma\\_po\\_optimizacii](https://www.profiz.ru/se/5_2018/programma_po_optimizacii).
30. Уменьшение расходов в компании: 3 ошибочных и 4 верных способа: [Сайт]. URL: <https://salesap.ru/blog/kak-sokratit-raskhody-kompanii/>.
31. Стороженко, С. Оптимизация деятельности предприятия: как снизить издержки и получать больше прибыли: [Сайт]. URL: <https://lfsp.ru/poleznaya-informatsiya/optimizatsiya-deyatelnosti-predpriyatiya-kak-snizit-izderzhki-i-poluchat-bolshe-pribyli/>.
32. Полевая, Е.И. Как составить и выполнить программу по оптимизации затрат / Справочник экономиста, №5. – 2018. URL: [https://www.profiz.ru/se/5\\_2018/programma\\_po\\_optimizacii/](https://www.profiz.ru/se/5_2018/programma_po_optimizacii/).
33. Структура себестоимости продукции: [Сайт]. URL: <https://www.fd.ru/articles/159343-struktura-sebestoimosti-produktsi>.
34. Павлова, Е.Г. Оптимизация расходов: [Сайт]. URL: <https://center-yf.ru/data/Menedzheru/optimizaciya-rashodov.php>.
35. Оптимизация расходов на персонал как способ повышения доходности: [Сайт]. URL: <https://leaderg.ru/staty/optimizatsiya-raskhodov-na-personal-kak-sposob-povysheniya-dokhodnosti/>.
36. Оптимизация расходов на предприятии в период кризиса: [Сайт]. URL: <https://sroyte.ru/kak-sostavit-i-vypolnit-programmu-po-optimizacii-zatrat-optimizaciya-rashodov.html>.
37. Способы оптимизации затрат предприятия: [Сайт]. URL: <https://mylektsii.ru/1-27340.html>.
38. . Коваленко, О.М., Велинова, О.П., Шляхи зниження витрат підприємства – суб'єкта зовнішньоекономічної діяльності // Одеський національний політехнічний університет.[Електронний ресурс]. URL: [http://www.rusnauka.com/24\\_NTP\\_2009/Economics/50451.doc.htm](http://www.rusnauka.com/24_NTP_2009/Economics/50451.doc.htm).
39. Gomolski B. and Potter K. (2009) 'Balancing Short-Term and Long-Term Cost-Optimization Efforts', Gartner.
40. Васина, А. Проекты снижения затрат: описание альтернатив и расчет экономического эффекта: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.alt-invest.ru/lib/proekty-snizheniya-zatrat/>.
41. Лутовинов, П.П. Моделирование инвестирования в развитие предприятия для сохранения устойчивости / П.П. Лутовинов. // Россия сегодня: глобальные вызовы и национальные интересы: материалы 36-ой международной научно-практической конференции, Челябинск, 25 марта-12 апреля 2019 г. /Акад. труда и соц. отношений, Урал. соц.-эконом. ин-т (фил.).– М.: АТиСО, 2019. с. 132-137.
42. Лутовинов, П.П. Способ заварки кратера. / П.П. Лутовинов, В.А. Гиндин, И.А. Гиндин, Б.И. Буксбаум, П.Ф. Новиков. Авт. свид-во на изобретение. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/123/1234095>.
43. Лутовинов, П.П. Оценка устойчивости предприятия и оптимизация расходов на персонал./ П.П. Лутовинов, Д.И. Козлов // Организатор производства. Теоретический и научно-практический журнал. - 2018, - № 1 (303). - С. 2 - 10.
44. Bessot E. (2017), Combien Coûte Un Salarié?, PMEJOB.FR, <http://www.pmejob.fr/blog-emploi-et-pme/combien-coute-un-salarie.html> (accessed: 19.11.2019).

**Bibliography**

1. Results of 2017 in the Russian ferrous metallurgy // the specialized magazine "Metal Supply and Sales" everyday. online ed. URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/>.
2. China has again attended to the problem of overproduction of steel // the specialized magazine "Metal Supply and Sales" everyday. online ed. 2019. 20 Nov. URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/112355>.
3. Sklyarenko, V. What is the difference between costs, expenses, and expenses? – 2015. – URL: <https://www.klerk.ru/author/4827/>.
4. Igumennikov, A.S. The difference between the concepts of "costs" and "expenses" // Young scientist. - 2015. - No. 5. - Pp. 275-278. URL: <https://moluch.ru/archive/85/15887/> (date of issue: 15.11.2019).
5. Large economic dictionary. Pod red. A.N. Azriliyana. M.: New Economics Institute, 2002. – 1280 s. C. 601.
6. Optimization // Wikipedia. [2019]. Update date: 15.11.2019 URL: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=98124860>.
7. Optimization of costs and expenses of the company. СТБ. [Website]. URL: <http://bizprocess.by/optimizatsiya-zatrat-kompanii>.
8. Optimization: what it is, purpose and methods of optimization: [Website]. URL: <https://ktonanovenkogo.ru>.
9. The dictionary of modern Economics / B.A. Rajzberg, L.SH. Lozovskij, E.B. Starodubceva. — 2-e izd., ispr. M.: INFRA-M. – 1999. – 479 с.
10. Economy. Explanatory dictionary / M.: "INFRA-M", Izdatel'stvo "Ves' Mir". Dzh. Blek. 2000
11. Evseeva T. P., Romanova O. E., Gazizova O. V. Optimization of material selection by statistical methods // Bulletin of Kazan technological University. 2014. No. 16. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-vybora-materiala-statisticheskimi-metodami>.
12. Arakelov, A. Cost optimization. [Electronic resource] // Financial Director: [Website]. [2018]. URL: <https://www.fd.ru/articles/159013-optimizatsiya-rashodov-18-m1>
13. Gavrilovskaya, S.P. Optimization of expenses at the enterprises of oil refining. Abstract of the dissertation for the degree of candidate of economic Sciences.Belgorod-2010/ - URL: [https://new-disser.ru/\\_avtoreferats/01004736917.pdf](https://new-disser.ru/_avtoreferats/01004736917.pdf).
14. Karepin, D.V. Development of cost optimization system at metallurgical enterprises // Problems of Economics and legal practice. - 2011. - No. 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-sistemy-optimizatsii-zatrat-na-metallurgicheskikh-predpriyatiyah>.
15. Shershidskij, V. Cost optimization is not about reducing staff: [Website]. URL: [https://www.cfin.ru/anticrisis/methodical\\_material/consultants/cost\\_optimization.shtml](https://www.cfin.ru/anticrisis/methodical_material/consultants/cost_optimization.shtml).
16. Digitalization in the economy. Management based on predictive models to improve economic performance of production: [Website]. URL: <https://se.mining-media.ru/wp-content/uploads>.
17. Kalyuzhnyj, N.V. Methods of cost optimization in the enterprise // Questions of science and education. - 2018. - No. 22 (34). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-optimizatsii-zatrat-na-predpriatii/viewer>.
18. Savosina, K.V. Individual aspects of optimization of production costs of the company // Economics and business: theory and practice. - 2019. - No. 10-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otdelnye-aspekty-optimizatsiya-proizvodstvennyh-zatrat-firmy>.
19. Lekarkina N.K. Cost optimization in modern Russian realities // Investment assessment. - 2016. - No. 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-izderzhok-v-sovremennyh-rossijskikh-realiyah>.
20. Business technology center: [Website]. URL: <http://bizprocess.by/optimizatsiya-zatrat-kompanii/>.
21. Cost optimization of the enterprise: [Website]. URL: <https://ekonomika-student.com/optimizaciya-zatrat-predpriatiya.html>
22. Cost optimization: plan, activities // FB.ru: [Website]. URL: <https://fb.ru/article/323653/optimizatsiya-rashodov-plan-meropriyatiya>
23. Business automation. Cost management optimization: [Website]. URL: <https://rdv-it.ru/news/optimizatsiya-upravleniya-zatratami/>.

24. Proper optimization of staff work without layoffs: [Website]. URL: <https://rdv-it.ru/news/pravilnaya-optimizatsiya-raboty/>
25. Optimization of production personnel costs: [Website]. URL: <https://hr-portal.ru/article/optimizaciya-zatrat-na-proizvodstvennyy-personal>.
26. Syso, T.N. Optimization of enterprise cost management // Vestnik of OSU. Series: Economics. - 2011. - No. 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-upravleniya-zatratami-predpriyatiya> (accessed 19.11.2019).
27. ZHalevich, A. Optimization of expenses at the enterprise during the crisis: [Website]. URL: [https://www.cfin.ru/management/finance/cost/crisis\\_optimization.shtml](https://www.cfin.ru/management/finance/cost/crisis_optimization.shtml)
28. Makarevich, L. Cost reduction and optimization of enterprise costs: [Website]. URL: <https://hr-portal.ru/article/snizhenie-sebestoimosti-i-optimizaciya-zatrat-predpriyatiya>
29. How to create and execute a cost optimization program. The economist's Handbook.1918. No. 5. - URL: [https://www.profiz.ru/se/5\\_2018/programma\\_po\\_optimizacii](https://www.profiz.ru/se/5_2018/programma_po_optimizacii).
30. Reducing costs in the company: 3 wrong and 4 right ways: [Website]. URL: <https://salesap.ru/blog/kak-sokratit-raskhody-kompanii/>.
31. Storozhenko, S. Optimization of the company's activities: how to reduce costs and get more profit: [Website]. URL: <https://lfsp.ru/poleznaya-informatsiya/optimizatsiya-deyatelnosti-predpriyatiya-kak-snizit-izderzhki-i-poluchat-bolshe-pribyli/>.
32. Polevaya, E.I. How to make and execute a program for cost optimization / Economist's guide, no. 5. - 2018. URL: [https://www.profiz.ru/se/5\\_2018/programma\\_po\\_optimizacii/](https://www.profiz.ru/se/5_2018/programma_po_optimizacii/).
33. Product cost structure: [Website]. URL: <https://www.fd.ru/articles/159343-struktura-sebestoimosti-produktsi>.
34. Pavlova, E.G. Cost optimization: [Website]. URL: <https://center-yf.ru/data/Menedzheru/optimizaciya-rashodov.php>.
35. Optimization of personnel expenses as a way to increase profitability: [Website]. URL: <https://leaderg.ru/staty/optimizatsiya-raskhodov-na-personal-kak-sposob-povysheniya-dokhodnosti/>.
36. Optimization of expenses at the enterprise during the crisis: [Website]. URL: <https://sroyte.ru/kak-sostavit-i-vypolnit-programmu-po-optimizacii-zatrat-optimizaciya-rashodov.html>.
37. Ways of cost optimization of the enterprise: [Website]. URL: <https://mylektsii.ru/1-27340.html>.
38. Kovalenko, O.M., Velinova O.P. Ways to reduce costs of the enterprise-the subject of foreign economic activity // Odessa national Polytechnic University.[Electronic resource]. URL:[http://www.rusnauka.com/24\\_NTP\\_2009/Economics/50451.doc.htm/](http://www.rusnauka.com/24_NTP_2009/Economics/50451.doc.htm/)
39. Gomolski B. and Potter K. (2009) 'Balancing Short-Term and Long-Term Cost-Optimization Efforts', Gartner.
40. Vasina, A. Cost reduction projects: description of alternatives and calculation of economic effect: [Electronic resource]. URL: <https://www.alt-invest.ru/lib/proekty-snizheniya-zatrat/>.
41. Lutovinov, P.P. Modeling of investment in enterprise development to maintain stability / P.P. Lutovinov. // Russia today: global challenges and national interests: proceedings of the 36th international scientific and practical conference, Chelyabinsk, March 25-April 12, 2019 / Acad. of labour and social relations, Ural. soc.-econ. in-t (branch).- Moscow: ATiSO, 2019. pp. 132-137.
42. Lutovinov, P.P. Method of welding the crater. / P. P. Lutovinov, V. A. Gindin, I. A. Gindin, B. I. Buksbaum, P. F. Novikov. Author's certificate for the invention. URL:<http://www.findpatent.ru/patent/123/1234095>.
43. Lutovinov, P.P. Assessment of the company's sustainability and optimization of personnel costs./ P. p. Lutovinov, D. I. Kozlov // Organizer of production. Theoretical and scientific-practical journal. 2018, No. 1 (303). - P. 2-10.
44. Bessot E. (2017), Combien Coûte Un Salarié?, PMEJOB.FR, <http://www.pmejob.fr/blog-emploi-et-pme/combien-coute-un-salarie.html> (accessed: 19.11.2019).

Received – 16 January 2020

Accepted for publication – 23 January 2020