

УДК 338.24

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

*д-р экон. наук, проф. Н.А. ДУБРОВСКИЙ; Е.С. ЖДАНОВА; Л.В. ПИМЕНОВА
(Полоцкий государственный университет)*

Рассматривается проблема конкурентоспособности продукции. Определены факторы, влияющие на себестоимость продукции, предлагается методика повышения конкурентоспособности продукции за счет оптимизации технологии обработки детали. Предлагаемый подход исследования конкурентоспособности продукции рассматривается на примере разработки оптимальной технологии обработки детали типа «Крышка».

Ключевые слова: конкурентоспособность продукции, технология обработки детали, факторы, себестоимость.

Проблема конкурентоспособности занимает центральное место в экономической политике государства. Создание конкурентных преимуществ перед соперником становится стратегическим направлением деятельности любой фирмы. В конкурентной политике относительно товара принимают во внимание его функциональное назначение, надежность, долговечность, удобство использования, то есть его способность удовлетворять совокупные потребности покупателя лучше, чем товары-конкуренты. При исследовании конкурентоспособности необходимо учитывать, что этот показатель не является величиной, которую можно определить для себя и для конкурента и использовать в конкурентной борьбе. Работая над конкурентными преимуществами и достижением требуемого их значения, необходимо использовать подход, который бы учитывал:

- нужды потребителей и тенденции их роста;
- возможности конкурентов;
- состояние рынка и основные пути его развития;
- возможность не только произвести товар необходимой потребительской ценности в необходимых количествах и вовремя доставить его потребителю, но и обеспечить его сервис на мировом уровне;
- возможность поставщика быстро реагировать на требования рынка и поведение покупателей и др.

Производитель, создавая конкурентный товар, обеспечивает: качество товаров и услуг; цену товара и услуг; патентоспособность продукции; другие показатели.

Необходимо отметить, что конкурентоспособность товара на рынке – это не только его высокое качество и технологический уровень, но и умелое маневрирование товаром в рыночном пространстве и во времени, а главное – максимальный учет требований рынка, конкретных групп покупателей.

В основе концепции создания нового товара сегодня лежит не столько соблюдение традиционных стремлений к достижению новых технических и технико-экономических параметров, сколько стремление создать товар рыночной новизны с высоким уровнем конкурентоспособности относительно других аналогичных товаров. Наряду с основными свойствами продукции необходимо учитывать эффективность менеджмента, на уровень которого влияют личные качества менеджеров, способность их разрабатывать и реализовывать стратегию предприятия, умение подбирать эффективно работающие кадры. Существенное внимание необходимо уделять психологическому фактору, который включает в себя желание трудиться, готовность к учебе, дух конкуренции, умение подчинять личные интересы общей задаче – производство конкурентной продукции.

При оценке конкурентоспособности необходимо учитывать послепродажный сервис, надежность поставки, удобство приобретения и т.п. При оценке экономических показателей, определяющих конкурентоспособность товара, необходимо определять полные затраты потребителя (единовременные затраты) и издержки, связанные с их эксплуатацией.

Необходимо отметить, что в последнее время в мировой практике на первый план выходят неценовые показатели, из которых существенное значение приобретают качество товара, его новизна, наукоемкость и т.п. Поэтому большинство стран мира обеспечивают повышение своей товарной конкурентоспособности за счет использования инноваций, разработки высокотехнологичных продуктов, создание которых невозможно без развития научно-технического потенциала.

Для получения конкурентоспособной продукции необходимо исследовать влияние различных факторов на величины ее характеристик. При проведении таких исследований требуется особое внимание уделять выбору этих факторов. Фактор («делающий, производящий») – движущая сила процесса. Факторы должны удовлетворять определенным условиям: учитывать динамику производства, взаимосвязь между собой, влияние основных, а не второстепенных составляющих конкурентоспособности и др. Факторы нужно отбирать исходя из анализа величин, характеризующих конкурентоспособность продукта.

Основными показателями конкурентоспособности, как правило, являются качество и цена. Поскольку реализации подлежит только качественная продукция, то основное внимание для повышения конкурентоспособности обращено на снижение затрат на производство. Для расчета затрат на обработку необходимо располагать данными о себестоимости продукции. При описании состава себестоимости продукции в рамках исследования использовалась методика [1].

Затраты, связанные с производством продукции и осуществляемые в цехе, представляют собой цеховую себестоимость, которую можно рассчитать по формуле:

$$C_{ц} = C_{м} + C_{т}, \quad (1)$$

где $C_{м}$ – затраты на сырье и материалы; $C_{т}$ – сумма затрат на изготовление продукции.

Затраты на сырье и материалы

Затраты на сырье и материалы за вычетом стоимости возвратных отходов определяются как

$$C_{м} = g_{м} \cdot \varphi_{м} \cdot k_{м.з} - g_{о} \cdot \varphi_{м.о}. \quad (2)$$

Здесь $g_{м}$ – норма расхода материала на изделие, кг; $\varphi_{м}$ – цена материала, руб./кг; $k_{м.з}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов; $g_{о}$ – количество используемого (реализуемого) отхода материала при изготовлении изделия, кг; $\varphi_{м.о}$ – цена отходов, руб./кг.

К материальным затратам должны быть отнесены также затраты на покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия, если они требуются в этом процессе по рассматриваемому варианту.

В соответствии с особенностями процессов и этапами создания и внедрения техники норма расхода материала (заготовок, комплектующих изделий) определяется по-разному. На этапе планирования и стадии разработки проектного задания по новому варианту она может устанавливаться по аналогии со сходными изделиями, освоенными в производстве. На других стадиях проектирования она должна рассчитываться на основе проектно-технической документации по данным изделиям методами, применяемыми в соответствующих проектных организациях и предприятиях. После внедрения новой техники норма расхода материалов на изделие должна приниматься по нормативам либо по фактическим данным, если они ниже норматива:

$$g_{м} = g_{ц} \cdot k_{з} \cdot k_{п}, \quad (3)$$

где $g_{ц}$ – масса готового изделия, кг; $k_{з}$ – коэффициент, учитывающий отношение массы заготовки к массе готового изделия; $k_{п}$ – коэффициент, учитывающий безвозвратные потери материала при изготовлении заготовки.

Оптовая цена на материалы (заготовки, комплектующие изделия) устанавливается различными способами. На покупные материалы она принимается по прейскурантам цен. При отсутствии в прейскурантах цен на данные материалы используются утвержденные временные цены либо договорные.

Отходы материалов при расчете экономического эффекта должны расцениваться: *по полной цене основного исходного материала*, когда отходы могут быть использованы в качестве кондиционного сырья или полноценного материала; *по пониженной цене основного исходного материала*, когда отходы подлежат использованию в качестве некондиционного сырья; *по цене лома*, когда отходы сдаются в качестве вторичного сырья. Цена отходов должна также учитывать расходы по их утилизации.

Транспортно-заготовительные расходы учитывают расходы на транспортировку, хранение, подготовку материалов к использованию в производстве и неизбежные потери при хранении. Данные расходы могут определяться прямым расчетом, либо с помощью коэффициента.

Величина отходов на единицу продукции определяется по нормативным либо фактическим данным по формуле

$$g_{о} = g_{м} - g_{д}. \quad (4)$$

Здесь $g_{д}$ – вес детали, кг.

Таким образом, к факторам, влияющим на величину затрат на сырье и материалы, можно отнести: стоимость сырья; норму расхода сырья; транспортно-заготовительные расходы; норму отходов; стоимость отходов.

Затраты на изготовление продукции (технологическая себестоимость) по тому или иному простому процессу представляют собой сумму технологических себестоимостей операций этого процесса:

$$C_{м} = \sum_{i=1}^k C_{mi}, \quad (5)$$

где k – число операций процесса изготовления изделия (детали); C_{mi} – технологическая себестоимость выполнения i -той операции изготовления изделия, руб./шт.-опер.

Величина технологической себестоимости операции C_{mi} (руб./дет.-опер.) в общем случае образуется как сумма

$$C_{mi} = C_{zi} + C_{oi} + C_{оснi} + C_{ки} + C_{и.иi}. \quad (6)$$

Здесь C_{zi} – заработная плата с отчислениями; C_{oi} – затраты по эксплуатации оборудования; $C_{оснi}$ – затраты по эксплуатации оснастки; $C_{ки}$ – затраты по использованию производственного здания; $C_{и.иi}$ – прочие цеховые расходы.

Затраты на оплату труда

К данной категории затрат следует отнести основную, дополнительную заработную плату производственных рабочих, а также отчисления на социальные нужды, так как они взаимосвязаны и факторы, влияющие на каждую из величин, будут идентичны. Зарботная плата ($C_{з.oi}$) основных рабочих (с отчислениями) по операции в общем виде рассчитывается по формуле

$$C_{з.oi} = C_{з.ч.ci} \cdot \alpha_i \cdot k_{д.зи} \cdot k_n \cdot t_{умi} \cdot \beta_i. \quad (7)$$

Здесь $C_{з.ч.ci}$ – часовая тарифная заработная плата основных рабочих, занятых при выполнении i -той операции, руб./чел.-ч; α_i – коэффициент, учитывающий приработок рабочих на i -той операции; $k_{д.зи}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату на i -той операции; k_n – коэффициент, учитывающий отчисления в фонд социального страхования; $t_{умi}$ – норма времени на i -тую операцию; β_i – коэффициент, учитывающий численность бригады (либо число единиц оборудования, обслуживаемого одним рабочим) при выполнении i -той операции.

Норма времени на i -тую операцию рассчитывается по формуле

$$t_{умi} = t_{осн} + t_{вспм} + t_{обсл} + t_{олн}, \quad (8)$$

где $t_{осн}$ – основное время изготовления детали; $t_{вспм}$ – вспомогательное время изготовления детали; $t_{обсл}$ – время обслуживания оборудования; $t_{олн}$ – время на отдых и личные надобности.

В свою очередь, основное время изготовления детали можно определить как

$$t_{осн} = \frac{l}{v}, \quad (9)$$

где l – путь, проходящий резцом; v – скорость подачи.

В свою очередь, часовая тарифная ставка зависит от разряда выполняемой работы в соответствии с действующими тарифно-квалификационными справочниками.

Коэффициент, учитывающий приработок рабочих, позволяет учесть величину премий (в соответствии с применяемыми системами оплаты труда), а также других доплат до часового фонда заработной платы. Премии выплачиваются за выполнение и перевыполнение производственных заданий, за снижение нормативной трудоемкости, за повышение качества продукции, за экономию материалов и др.

К факторам, влияющим на величину затрат на оплату труда, можно отнести: параметры детали и характеристика станка, выраженные через норму времени на i -тую операцию; сложность работ, которая учитывается через разряд работ и тарифный коэффициент; величина приработка, проявляющая себя через коэффициент, учитывающий приработок.

Затраты по эксплуатации оборудования

Данная группа затрат включает в себя такие статьи, как затраты на силовую электроэнергию, ремонт и обслуживание оборудования, амортизация.

Величина затрат на силовую электроэнергию определяется по формуле:

$$C_{эi} = N_Y \cdot k \cdot t_{умi} \cdot U_{эл}. \quad (10)$$

Здесь N_Y – мощность электродвигателя оборудования; k – коэффициент, учитывающий дополнительные факторы, влияющие на расход силовой электроэнергии; $t_{умi}$ – норма времени на i -тую операцию; $U_{эл}$ – стоимость электроэнергии.

Величина затрат на силовую электроэнергию зависит от таких величин, как число типоразмеров оборудования, применяемого при выполнении операции; суммарная установленная мощность электродвигателей оборудования; коэффициент загрузки по времени двигателей оборудования; коэффициент загрузки по мощности электродвигателей оборудования; коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода; средний коэффициент полезного действия электродвигателей оборудования; стоимость электроэнергии.

Затраты на ремонт оборудования будут охватывать расходы по всем видам ремонтов, на осмотры и межремонтное обслуживание, предусмотренные системой планово-предупредительных ремонтов. Величины этих затрат могут устанавливаться в процентах к стоимости оборудования с учетом коэффициента его занятости при выполнении операций и годовой программы запуска изделий. В случае использования линейного метода определения амортизационных отчислений на величину затрат по данной статье

будут влиять такие факторы, как стоимость оборудования и полезный срок эксплуатации данного оборудования. Таким образом, к факторам, влияющим на величину затрат на эксплуатацию оборудования, можно отнести: мощность оборудования; время работы станка, выраженное через норму времени на операцию; стоимость оборудования; полезный срок эксплуатации оборудования.

Факторы, влияющие на себестоимость производства продукции, можно разделить в зависимости от тех статей затрат, на которые они непосредственно влияют. В рамках исследования сформирована система факторов конкурентоспособности продукции (таблица 1).

Таблица 1. – Факторы конкурентоспособности продукции

Затраты	Факторы	Формулы расчета
Сырье и материалы	Норма расхода сырья, материалов	$C_m = \sum_{c=1}^W g_m \cdot u_m \cdot k_{m,z} - g_o \cdot u_{m,o}$
	Стоимость сырья, материалов	
	Транспортно-заготовительные расходы	
	Норма отходов	
	Стоимость отходов	
Оплата труда	Норма времени	$C_{z,oi} = C_{z,ч.ci} \cdot \alpha_i \cdot k_{o,zi} \cdot k_n \cdot t_{уми} \cdot \beta_i$
	Сложность работ	
	Величина приработка	
Силовая электроэнергия	Мощность оборудования	$C_{zi} = N_y \cdot k \cdot t_{уми} \cdot u_{эл}$
	Время работы станка	
Амортизация	Стоимость оборудования	$C_A = \frac{Ц_{об.}}{T}$
	Срок полезного использования	

Источник: собственная разработка.

Исследование влияния факторов конкурентоспособности на себестоимость продукции должно проходить в рамках эффективного использования ресурсов предприятия. Область эффективного использования ресурсов предприятия определяется с помощью точки безубыточности. Точка безубыточности – это объем производства, при котором выручка равна затратам, т.е. прибыль равна нулю. В натуральном выражении точка безубыточности рассчитывается по следующей формуле: [3]

$$ТБ_n = \frac{З_{пост}}{Ц - З_{пер.сп.}}, \tag{11}$$

где $З_{пост}$ – условно-постоянные затраты, руб.; $Ц$ – цена единицы продукции, руб.; $З_{пер.сп.}$ – средние условно-переменные затраты на единицу продукции, руб.

Также часто для определения точки безубыточности используется графический способ. В точке безубыточности линия доходов пересекает и идет выше линии общих затрат, область прибыли переходит из зоны убытков в зону эффективности.

Для определения точки безубыточности все затраты делят на две группы затрат, которые по-разному изменяются при изменении объема производства: условно-постоянные и условно-переменные, что, в свою очередь, имеет отражение и в составе себестоимости продукции. При проведении исследования себестоимость изготовления продукции определяется как

$$C_m = (C_m + C_z + C_{об.}) \cdot N + C_A, \tag{12}$$

где N – годовой объем производства.

Условно-постоянные затраты – это затраты, которые не зависят от объема производства и продаж, они неизменны в определенном диапазоне производственной программы. К условно-постоянным затратам относят: расходы на подготовку и освоение производства, общепроизводственные расходы, общехозяйственные расходы, прочие производственные расходы, расходы на реализацию продукции.

В рамках исследования влияния факторов конкурентоспособности из предложенных выше условно-постоянных затрат рассматривались амортизационные отчисления.

Условно-переменные затраты – это затраты, размер которых напрямую зависит от объема производства и реализации продукции, товаров и услуг. К условно-переменным относят такие затраты, как: сырье и материалы, покупные комплектующие изделия, электроэнергия, основная заработная плата производственных рабочих, отчисления на социальные нужды. В рамках исследования влияния факторов конкурентоспособности из предложенных выше условно-переменных затрат рассматривались затраты на сырье и материалы, на оплату труда (включая отчисления на социальные нужды), на обслуживание оборудования (в том числе на силовую электроэнергию).

Предлагается методика повышения конкурентоспособности продукции за счет снижения себестоимости. Блок-схема проведения исследования приведена на рисунке 1.

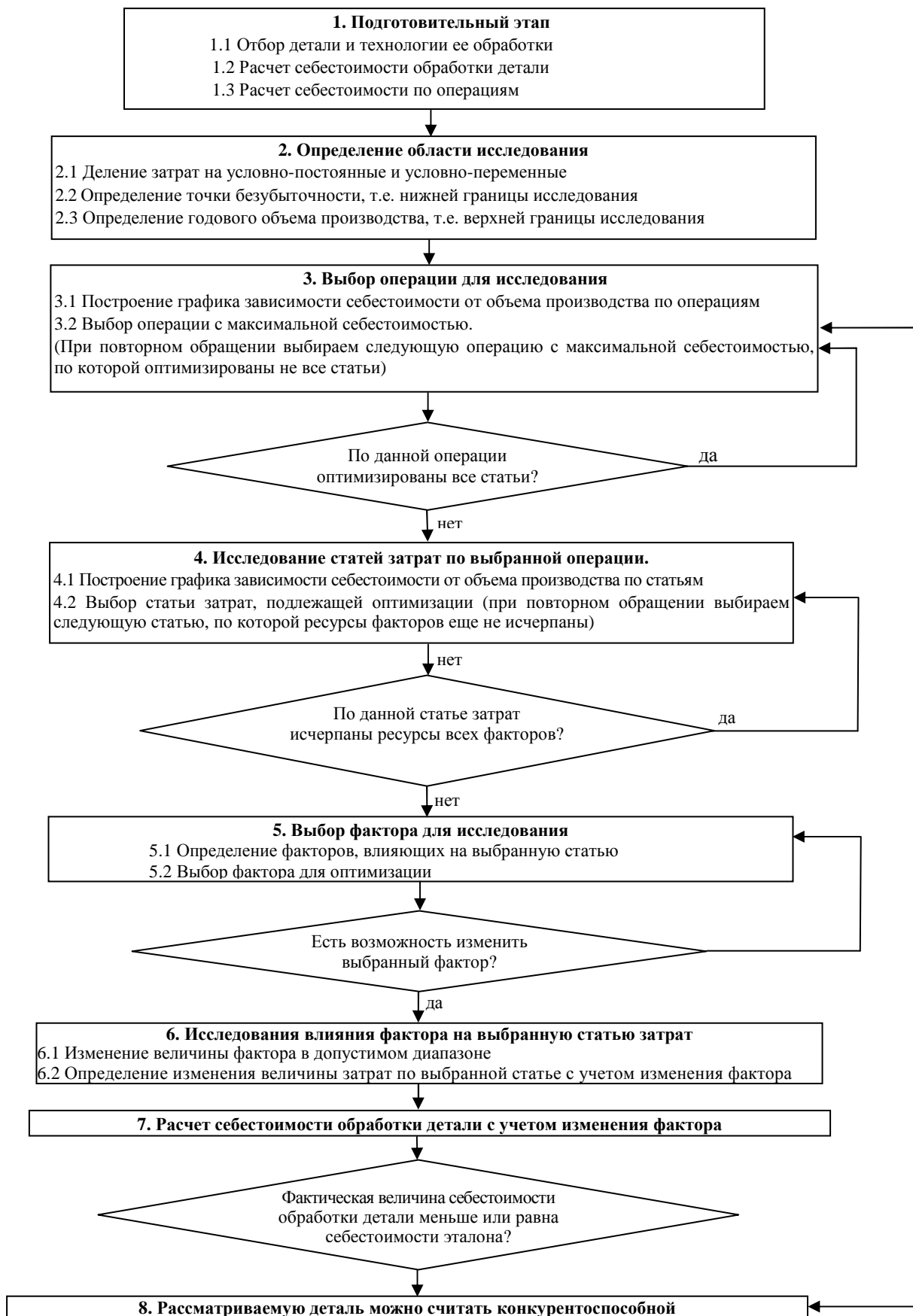


Рисунок 1. – Блок-схема проведения исследования

Источник: собственная разработка.

Исходя из проведенных рыночных исследований, в качестве эталона рассматривается деталь, конкурентоспособная на рынке. В рамках исследования проводится сравнение полученной себестоимости рассматриваемой детали с эталоном. В случае если себестоимость детали все еще превышает себестоимость эталона, согласно разработанной методике осуществляется переход к рассмотрению другой статьи (операции), которая еще не подвергалась изменению. Предлагаемый подход исследования конкурентоспособности продукции был осуществлен на примере разработки оптимальной технологии обработки детали типа «крышка». Точка безубыточности производства данной детали, рассчитанная по формуле (11), равна 15469 штук. Графически точка безубыточности представлена на рисунке 2.

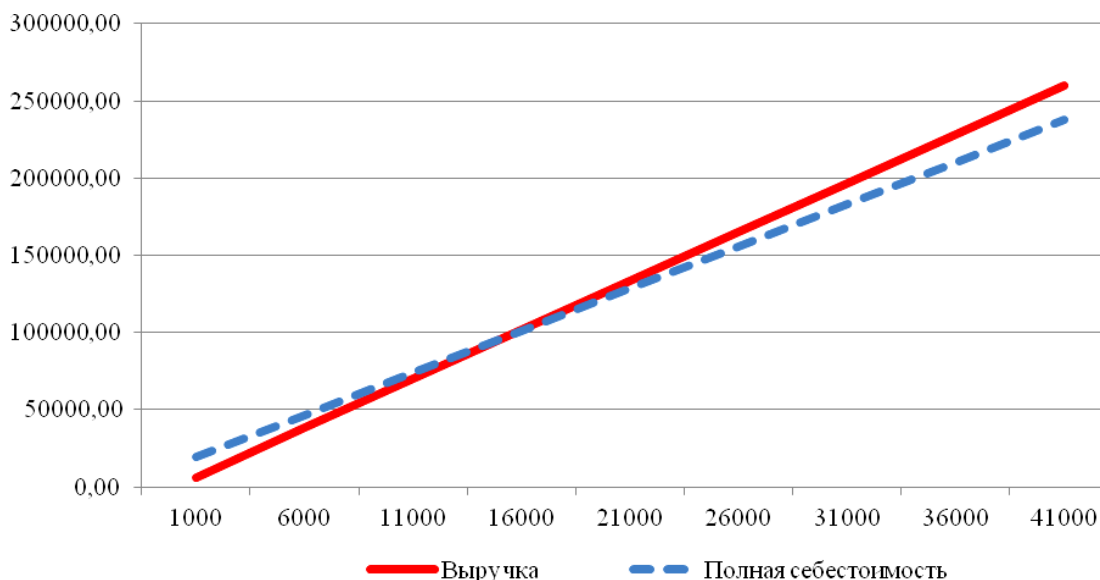


Рисунок 2. – Точка безубыточности изготовления детали типа «крышка»

Источник: собственная разработка.

При изготовлении детали типа «крышка» осуществляются следующие операции: токарная, сверлильная, фрезерная, шлифовальная. При проведении исследования поочередно рассчитывалась общая себестоимость и себестоимость по каждой операции, что отражено графически на рисунке 3.

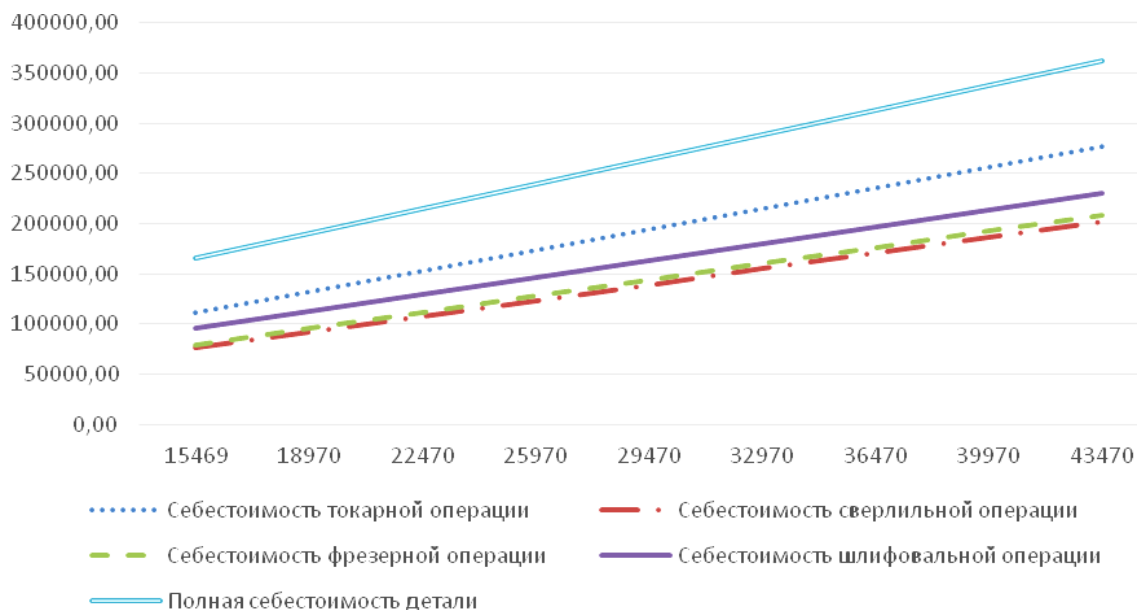


Рисунок 3. – Себестоимость изготовления детали по операциям

Источник: собственная разработка.

На основании данных, представленных на рисунке 3, можно сделать вывод, что наибольшие затраты приходятся на выполнение токарной операции. Затраты на выполнение токарной операции по статьям отображены на рисунке 4.

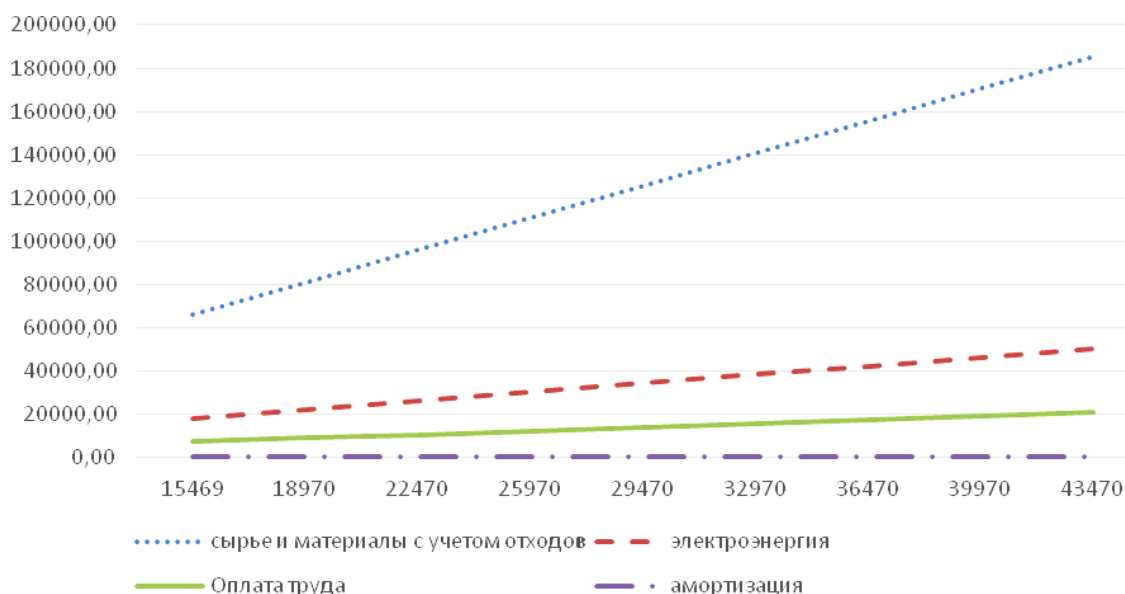


Рисунок 4. – Затраты на выполнение токарной операции по статьям

Источник: собственная разработка.

В рамках предлагаемой методики повышения конкурентоспособности продукции выполнен анализ влияния факторов на статью затрат, имеющую максимальное значение.

Исходя из данных рисунка 4 можно сделать вывод, что наибольшее значение приходится на статью затрат «Сырье и материалы». К факторам, влияющим на данную статью затрат, относят стоимость сырья, норму расхода сырья, транспортно-заготовительные расходы, норму отходов, стоимость отходов.

Рассмотрим влияние фактора «стоимость сырья» на величину затрат на выполнение токарной операции. Результаты расчетов представим в таблице 2.

Таблица 2. – Влияние стоимости сырья на величину затрат на выполнение токарной операции

Факторы	Статьи затрат									Общая себестоимость
	сырье и материалы	электроэнергия	основная заработная плата	дополнительная заработная плата	отчисления от заработной платы	амортизация	общепроизводственные расходы	общехозяйственные расходы	коммерческие расходы	
Начальные значения	4,27	1,16	0,30	0,06	0,12	0,04	0,59	0,30	0,39	7,23
Стоимость сырья	3,81	1,16	0,30	0,06	0,12	0,04	0,59	0,30	0,39	6,77

Источник: собственная разработка.

Таким образом, в результате оптимизации себестоимости токарной операции за счет изменения стоимости сырья величина затрат на выполнение токарной операции сократилась на 0,46 руб. и составила 6,77 руб.

Подобному анализу подверглись все факторы, статьи затрат и операции, входящие в технологию изготовления детали типа «крышка». Результаты проведенного анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3. – Результаты оптимизации себестоимости детали типа «крышка»

Операции	Статьи затрат									Общая себестоимость
	сырье и материалы	электроэнергия	основная заработная плата	дополнительная заработная плата	отчисления от заработной платы	амортизация	общепроизводственные расходы	общехозяйственные расходы	коммерческие расходы	
Начальные значения общей себестоимости	4,27	1,39	0,74	0,15	0,31	0,62	1,49	0,74	0,81	23,31
Токарная	3,61	0,99	0,27	0,05	0,11	0,04	0,54	0,27	0,34	6,22
Сверлильная	3,61	0,02	0,08	0,02	0,03	0,08	0,16	0,08	0,07	4,16
Фрезерная	3,61	0,06	0,11	0,02	0,05	0,02	0,23	0,11	0,09	4,31
Шлифовальная	3,61	0,13	0,21	0,04	0,09	0,39	0,42	0,21	0,22	5,32
Общая себестоимость	3,61	1,21	0,67	0,13	0,28	0,52	1,34	0,67	0,72	20,00

Источник: собственная разработка.

Так, по результатам проведенного исследования можно сделать следующие **выводы**:

- если полученная величина себестоимости рассматриваемой детали меньше аналогичного показателя для эталона, продукцию можно считать конкурентоспособной;
- если себестоимость детали больше эталона, необходимо изыскивать новые методы уменьшения данной величины и новые методы совершенствования технологии изготовления детали

Таким образом, в рамках проведенного исследования *разработана методика* определения конкурентоспособной продукции, в том числе конкурентоспособной технологии изготовления, *разработана блок-схема* проведения исследования, что позволяет выбрать факторы, оказывающие влияние на конкурентоспособность продукции, определять пути повышения конкурентоспособности данной продукции и эффективную технологию обработки детали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Великанов, К.М. Расчеты экономической эффективности новой техники. Справочник ; под общ. ред. К.М. Великанова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. – 448 с.
2. Лужнев, В.С. Анализ себестоимости на промышленных предприятиях / В.С. Лужнев // Экономика. Финансы. Управление : науч.-практ. журн. для руководителей и специалистов экономических служб. – 2010. – № 7. – С. 26–33.
3. Точка безубыточности: что это и как рассчитывается [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fd.ru/articles/158158-qqq-16-m9-tochka-bezubytochnosti-formula-i-primer-rascheta>. –

Поступила 11.01.2019

OPTIMIZATION TECHNOLOGY TREATMENT DETAILS

N. DUBROVSKY, E. ZHDANOVA, L. PIMENOVA

The problem of competitiveness of production is considered, the factors influencing cost of production are defined, the technique of increase of competitiveness of production due to optimization of technology of processing of a detail is offered. The proposed approach to the study of the competitiveness of products is considered on the example of the development of optimal technology for processing parts of the “Cover” type.

Keywords: *competitiveness of production, technology of processing of a detail, factors, prime cost.*