

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА В ЦЕЛЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ И КАЧЕСТВА

К. Е. Калинин, студент 5 курса экономического факультета ГОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева»

Т.П. Шарашкина, канд. экон. наук, доцент кафедры управления качеством ГОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева»

В статье раскрыты особенности практического применения функционально-стоимостного анализа на примере слухового аппарата. Рассмотрены основные этапы данного анализа и обоснована необходимость его применения.

Ключевые слова: функционально-стоимостной анализ, затраты на качество, полезность продукта

Одним из методов управления качеством является функционально-стоимостной анализ (ФСА). Это технология анализа затрат на выполнение изделием его функций. Рассмотрим применение ФСА на примере слухового аппарата.

Слуховой аппарат (СА) – миниатюрное звукоусилительное устройство, предназначенное для использования лицами с дефектами слуха, состоит из микрофона, усилителя, телефона воздушной проводимости и источника питания.

На первом, подготовительном этапе ФСА были изучены вопросы, связанные с состоянием и перспективами спроса на изделие. Наиболее важными из электроакустических показателей слухового аппарата являются: диапазон воспроизводимых частот, максимальный выходной уровень звука и коэффициент нелинейных искажений. Нелинейные искажения в слуховом аппарате ухудшают разборчивость речи и снижают натуральность звукопередачи, поэтому желательно их уменьшение.

Звуковой сигнал, поступая в микрофон, преобразуется в электрический, который, в свою очередь, усиливается с помощью усилителя и подается на телефон, где осуществляется обратное преобразование электрического сигнала в звуковой. Усиленный таким образом звуковой сигнал по звукопроводу принимается человеческим ухом. Регулировка уровня сигнала осуществляется вручную, с помощью потенциометра, встроенного в схему электронного усили-

теля.

Предпосылками выбора СА в качестве объекта анализа явились: увеличение спроса на СА; нерентабельность изделия (высокая себестоимость, материалоемкость и трудоемкость); необходимость устранения ряда недостатков, выявленных в ходе эксплуатации объекта; отсутствие индукционной катушки для разговора по телефону; большие размеры аппарата, трудности размещения и закрепления аппарата за ухом; частая перезарядка аккумулятора; низкое качество звукового воспроизведения, связанное с большим уровнем собственных шумов; необходимость ручной регулировки уровня звукового сигнала; необходимость увеличения количества типоразмеров ушных вкладышей (5 – 6 вместо 3); ненадежность регулятора громкости; отсутствие регулятора тембра низкой частоты; деформация контактов аккумулятора.

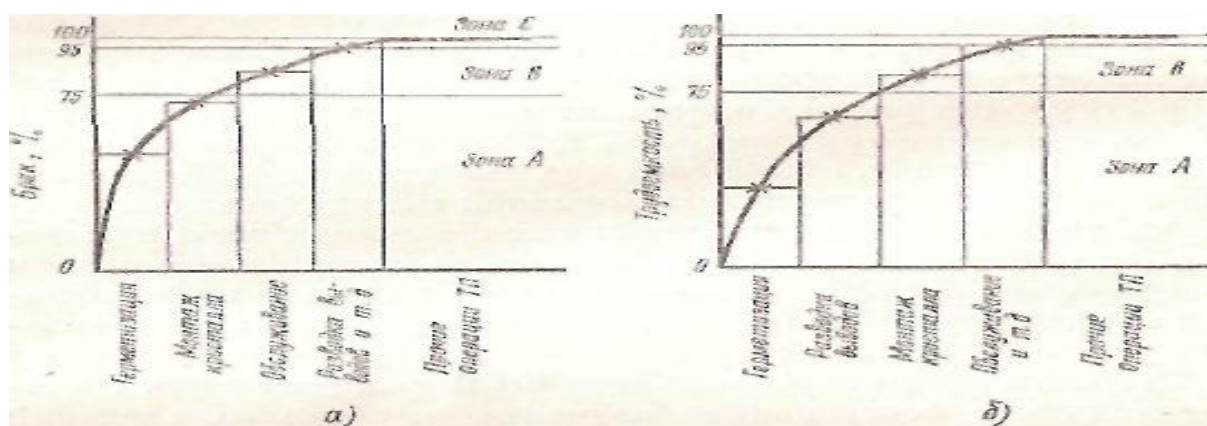
Для определения путей снижения себестоимости и повышения качества изделий было разработано и проанализировано «дерево целей» ФСА. В группу целей первого уровня «дерева» вошли две главные – снижение себестоимости СА и повышение качества звукового воспроизведения. В составе подцелей второго уровня рассматривались: снижение затрат на материалы, снижение трудоемкости, повышение объема выпуска, уменьшение брака, повышение надежности и т. д. В качестве направлений по достижению подцелей могут быть: исключение дефицитных материалов, снижение норм расхода материалов, уменьшение отходов, повышение уровня механизации производства и др. В перечень важнейших задач по реализации направлений вошли конкретные мероприятия для реальных условий производства.

Второй, информационный этап ФСА включал сбор, систематизацию и всестороннее изучение имеющихся сведений об изделии. Для определения резервов снижения себестоимости слуховых аппаратов, повышения качества их исполнения и увеличения объема выпуска был выполнен анализ имеющейся документации. В результате были установлены: система параметров (показателей) объекта исследования, характеризующих его различные конструктивные и потребительские свойства (акустическое усилие, выходной уровень собственных

шумов, потребляемый ток, размеры, масса и др.); характер, причины и число рекламаций; предложения по рационализации анализируемого объекта; нормативные затраты на изготовление изделия в целом, его составных частей и т. д.

Тщательному анализу были подвергнуты экономические характеристики изделия, в том числе затраты на покупные элементы, затраты на материалы и заработную плату.

Предварительно на основе изучения конструкторско-технологических документов, в том числе спецификаций, была составлена структурная модель (СМ) изделия. По всем элементам (сборочным единицам, деталям) были выполнены поддетальные расчеты себестоимости всех элементов изделия, что дало возможность распределить их по зонам затрат с помощью метода «АВС». В соответствии с этим методом первая зона А отвечает наибольшему сосредоточению затрат – до уровня 75%, вторая зона В составляет 20% общих затрат и дополняет первую до уровня 95 %, на долю третьей зоны приходится оставшиеся 5 % затрат, тем самым она дополняет затраты зон А и В до 100 %, т. е. завершает картину распределения затрат по изделию в целом. Результатом такого представления стоимостных характеристик сборочных единиц и деталей является график, получивший название кривой Лоренца – Парето (см. рис. 1.1).



Р и с у н о к 1

Такой график, полученный путем постепенного ступенчатого наращивания поэлементных затрат, начиная с самых высоких их значений и кончая минимальными расходами, приходящимися на отдельные детали, показал, что

70% составляют затраты на телефон и микрофон. Следующие 20% приходятся на усилитель низкой частоты (УНЧ) и зарядное устройство (ЗУ), а оставшуюся зону составляют затраты на аккумулятор, комплект упаковки, корпус, комплект звуководов, затраты на сборку СА. Данный график позволил выявить зоны с самыми большими затратами. Однако для реального представления о затратах на материальные носители, изготавливаемые непосредственно на предприятии (а именно эта информация необходима при решении вопросов о расширении производства и определении необходимого состава и объема работ по техническому перевооружению предприятия), потребовалось выполнение аналогичной работы, но уже без учета покупных изделий.

В связи с этим был построен второй график, который иллюстрировал распределение затрат труда по тем работам, стоимость и качество выполнения которых зависят от уровня оснащённости и организации производства на предприятии. График показал, что 75 % затрат труда приходится на УНЧ, корпусные детали и сборочные работы в целом по СА. Аналогично были определены ведущие по затратам группы операций.

Выявленные зоны наибольшего сосредоточения затрат были выбраны как первоочередные для дальнейшего анализа с целью нахождения наиболее рациональных решений в соответствии с задачами ФСА и учета их при формировании плановых мероприятий по техническому перевооружению производства.

На третьем, аналитическом этапе ФСА основная задача состояла в том, чтобы выявить причины возникновения высоких затрат и недостаточного уровня качества исполнения функций.

На основе ТУ, а также требований потребителей первоначально была дана формулировка общественной потребности в слуховых аппаратах – «социально реабилитировать тугоухих». Исходя из общественной потребности, были сформулированы главная и второстепенные функции СА: усилить звуковой сигнал (F_1), обеспечить удобство пользования (F_2), обеспечить товарный вид (F_3).

Учитывая, что главная функция реализуется с помощью ряда рабочих преобразований, были выявлены основные функции, отражающие эти действия и включающие функции приема энергии, преобразования ее из одного вида в другой и выдачи результатов действия потребителю. В данном исполнении слухового аппарата основные функции совпали с функциями, выполняемыми основными блоками СА, и были определены как: «принять сигнал», «преобразовать звуковой сигнал в электрический», «сформировать усиленный электрический сигнал», «преобразовать электрический сигнал в акустические колебания». Далее был выполнен анализ состава и необходимости функций, выполняемых каждым элементом СА.

В табл. 1 дано функциональное описание сборочных единиц СА, позволяющее выявить полезные и вредные действия элементов изделия, а затем оценить степень исполнения функций экспертным путем. С учетом содержания функций, выполняемых элементами, были построены функциональная (ФМ) и совмещенная (ФСМ) модели изделия, которые послужили в дальнейшем основой для формирования диагностических функционально-стоимостных диаграмм.

Т а б л и ц а 1

Результаты анализа функции элементов СА (фрагмент)

Элемент конструкции, носитель (МН) функции	Выполняемая функция	Результат		Степень исполнения функций
		полезный	вредный	
1	2	3	4	5
УНЧ Микрофон Телефон	Формирует усиленный электрический сигнал	+		0,9
	Преобразует звуковой сигнал в электрический	+		0,8
	Преобразует усиленное электрическое напряжение в акустические колебания	+		0,75
	Искажает форму сигнала		—	
	Способствует появлению собственных шумов		—	

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Корпус	Обеспечивает товарный вид	+		3,0
	Обеспечивает удобство пользования	+		1,0
	Обеспечивает жесткость конструкции	+		1,0
	Обеспечивает сохранность	+		1,0
Комплект упаковки	Обеспечивает удобство транспортировки и хранения	+		1,0
Комплект звукопроводов	Обеспечивает поступление акустического сигнала в слуховой проход	+		1,0
	Выдает сигнал	+		1,0
	Обеспечивает удобство пользования	+		1,0
Аккумулятор	Обеспечивает питание СА	+		1,0

При построении ФМ на верхний уровень модели были вынесены главная и второстепенные функции, на второй – сложные основные, на третий – обеспечивающие их вспомогательные функции. Построение ФСМ осуществлялось путем совмещения (т. е. наложения) функциональной модели СА и структурной.

В соответствии с алгоритмом корректирующей формы ФСА дальнейший анализ проводился с целью выявления диспропорций в изделии и «дефектных» зон. Для этого сравнение выполнялось по относительной важности (значимости) внешних и внутренних функций изделия для потребителя, степени их исполнения и по затратам на реализацию функций. Результаты экспертной оценки значимости и относительной важности функций представлены в табл. 2.

Распределение затрат по функциям выполнялось с учетом вклада каждого материального носителя в обеспечение соответствующих функций. Расчет прямых функционально необходимых затрат, включающих затраты на материалы, заработную плату и обслуживание оборудования, отнесенных к функциям, производился непосредственно на совмещенной модели (ФСМ).

Сопоставление значимости функций и затрат, приходящихся на их реализацию в действующем варианте изделия, было осуществлено с помощью функ-

ционально-стоимостных диаграмм. Пример такой диаграммы приведен на рис. 2. При построении ФСД по оси абсцисс указывались функции, по оси ординат в верхнем квадранте – значимость (или относительная важность) функций, а в нижнем квадранте – удельный вес затрат на функции в общих затратах на изделие.

Т а б л и ц а 2

Оценка значимости и относительной важности функций

Индекс функции (по ФМ)	Наименование функции	Значимость функции ΓFt	Относительная важность функции
F ₁	Усилить звуковой сигнал	0,75	0,75
F ₂	Обеспечить удобство пользования	0,15	0,15
F ₃	Обеспечить товарный вид	0,1	0,1
F ₁₁	Преобразовать звуковой сигнал в электрический	0,5	0,375
F ₁₂	Сформировать усиленный электрический сигнал	0,2	0,15
F ₁₃	Преобразовать усиленный электрический сигнал в акустический	0,2	0,15
F ₁₄	Обеспечить жесткость	0,1	0,075
F ₁₁₁	Создать электрическую связь	0,1	0,0375
F ₁₁₄	Регулировать подачу питания и т. д.	0,1	0,0375

Анализ полученных ФСД показал, что некоторое превышение доли затрат (0,89) над значимостью (0,75) имеется по функции F₁. Значительное превышение стоимости (0,315) над значимостью (0,1) имеет функция F₁₄. Именно эта функция была подвергнута более тщательному анализу.

Для снижения степени рассогласования по функции F_i потребовалось проанализировать трудовые и материальные затраты по каждому материальному носителю, обеспечивающему ее исполнение, операциям технологического процесса, видам используемых материалов, конструкции, размерам; определить возможность совмещения функций; выявить ненужные элементы и т. д.

Проведенный анализ затрат на функцию F₁₄ показал, что наибольшие затраты приходятся на механическую обработку корпусных деталей (66,5 %). Дальнейшее исследование позволило установить, что создавшееся положение

объясняется большой долей ручного труда на этой операции и малой производительностью используемого оборудования.

В функциях, обеспечивающих формирование усиленного электрического сигнала, наибольшая диспропорция наблюдается по функции F_{111} (0,527 и 0,1). В функциях, обеспечивающих преобразование звукового сигнала в электрическое напряжение, наибольшая диспропорция выявилась по функции F_{121} .

Анализ показал, что некоторые материальные носители наряду с полезными выполняют вредные действия. Последние, в свою очередь, снижают степень исполнения необходимых функций вышестоящего уровня ФМ. Вредные действия элементов СА были ранжированы по степени важности их устранения и трудности выполнения этих работ.

На четвертом, творческом этапе ФСА в качестве методов поиска технических и организационных решений были использованы элементы мозгового штурма и морфологического анализа, а также массив внедренных рационализаторских предложений, имеющихся на предприятиях. С учетом того, что среди возможных вариантов решений по улучшению исполнения функций следовало выбирать только те, реализация которых не затрагивает внешние организации (в том числе поставщиков покупных изделий), а касается только данного предприятия, в дальнейшем рассматривались только те из них, которые удовлетворяют этому условию

На первом месте по степени важности устранения дефектов оказалась функция F_{111} . Материальными носителями этой функции являются плата сборная и контакт, который своей контактной связью вызывал деформацию платы, а корреляционной связью через звукопровод – замыкание в микрофоне и телефоне. Изменение конструктивного решения путем переноса контактной связи с платы на корпус дало возможность ликвидировать вредное действие и повысить степень исполнения необходимых функций, выполняемых данными материальными носителями.

Кроме того, перенесение контакта с платы на корпус дало возможность ликвидировать возникающее короткое замыкание в микрофоне и телефоне, по-

высить функциональную организованность СА, упростить монтаж платы, а значит, уменьшить затраты на сборку. Одновременно была исследована возможность замены материала платы из стеклотекстолита на керамику. Это дало возможность снизить затраты на материалы и повысить надежность платы.

Для ликвидации возникновения тепловых явлений в микросхеме потребовалось изменить ее схемотехническое решение, а для сокращения затрат на сборку предложить вариант механизации операций прикрепления МС к плате. Для устранения вредных действий элементов, искажающих сигнал и натуральность звука в микрофоне и телефоне, потребовалось подобрать новый материал для амортизатора, проанализировать конструкцию телефона и микрофона, механизировать процесс монтажа амортизатора в корпус, натяжку амортизатора на микрофон и телефон и т. д.

На пятом, исследовательском этапе ФСА была проведена комплексная оценка существующего варианта исполнения изделия и полученного с учетом предложений, возникших в ходе ФСА. При расчете учитывались: функционально необходимые производственные затраты на единицу изделия; удельные дополнительные капитальные затраты, требующиеся для внедрения рекомендаций по совершенствованию изделия; комплексный показатель качества исполнения функций Q_v , коэффициент функциональной организованности $k_{орг}$. Поскольку технические характеристики изделия, величина которых зафиксирована в ТУ, остались неизменными и в существующем, и в усовершенствованном варианте СА, значение показателя Q_v для каждого v -го варианта определялось только исходя из степени исполнения функций y_{jv} и их относительной важности R_{F_j} по формуле 1:

$$Q_v = \sum R_{F_j} * y_{jv} \quad (1)$$

Расчет $k_{орг}$ изделия до и после ФСА показал увеличение этого показателя с 0,362 до 0,504 в результате проведения ФСА.

Коэффициент интегрального качества рассчитывался исходя из суммы затрат, уменьшенных на величину стоимости комплектующих изделий (так как

возможности снижения себестоимости комплектующих изделий, составлявших значительную долю от общих функционально необходимых затрат на СА, находились в ведении завода-поставщика).

Проведенные расчеты показали, что затраты на изделие в новом варианте составили 0,78 от базового, а показатель интегрального качества СА после проведения ФСА повысился.

Рассмотренный порядок выполнения ФСА в сфере производства изделий применим в тех случаях, когда объектами анализа служат, например, освоенные технологические процессы (ТП), действующие технологические системы и др. Отличия возникают, в основном, в приемах выполнения работ, в том числе в построении ФМ, СМ, оценке затрат на функции и т. д.