БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра менеджмента

РЕФЕРАТ

На тему:

"Использование функционально-стоимостного анализа в конструкторской подготовке производства"

Минск, 2009

Функционально-стоимостной анализ – метод, позволяющий отображать наилучшие технические решения при создании и освоении новой техники или новой технологии, увязать в единый комплекс вопросы обеспечения функциональной полезности и качества новой техники (технологии) и минимизации затрат на её производство и эксплуатацию, обеспечивая наилучшие соотношения между ними.

ФСА является такой методологией организации проектирования, которая позволяет развивать показатели качества и составляет содержательную основу проектирования любого изделия (технологии), отражая основные его принципы, способствующие разрешению технико-экономических противоречий и улучшению принимаемых технических решений.

Цель ФСА – снижение затрат на проектирование, изготовление и эксплуатацию изделия путём выбора такой конструкции, которая позволяла бы сократить совокупные затраты при одновременном сохранении или повышении качества продукции в пределах её функционального назначения.

В соответствии с основными руководящими документами под ФСА понимается метод системного исследования функций изделия (процесса, структуры), направленный на минимизацию затрат в сферах проектирования, производства и эксплуатации при сохранении (повышении) качества и полезности объекта для потребителей (т.е. направленный на оптимизацию соотношения затрат и потребительской стоимости).

Этот метод ориентирует на приближённую оптимизацию с использованием относительно простых алгоритмов, предусматривающих комплексную поэтапную технико-экономическую оценку решений с учётом не только внутренних, но и внешних характеристик объекта.

Как правило, ФСА используется на стадиях научно-исследовательских работ (НИР), опытно-конструкторских работ (ОКР), конструкторской подготовки производства (КПП) и технологической подготовки производства (ТПП) для предотвращения появления неэффективных решений. Он позволяет абстрагироваться от предметной формы изделия и рассматривать его как совокупность функций, необходимых потребителю, определять минимально необходимые затраты на их рекомендацию с учётом значимости и важности, находить технические решения, укладывающиеся в заданные допуски по стоимости и качеству.

ФСА применяется для снижения неоправданных издержек производства путём ликвидации ненужных функций и элементов (носителей функций), удорожающих продукцию.

В настоящее время в системе СОНТ широко используются три формы ФСА: творческая (на стадиях НИР и ОКР), корректирующая (на стадиях КПП, ТПП, отработки в опытном производстве (ООП), организационной подготовки производства (ОПП)) и инверсная (на стадии освоения изделия в промышленном производстве (ОСП)).

Как правило, ФСА проводится в несколько этапов:

1. Подготовительный этап. На этом этапе выбирается объект исследования, формируются цели и желаемый результат анализа, составляется план выполнения ФСА.

2. Информационный этап. На этом этапе осуществляется подготовка и сбор необходимой информации об объекте исследования и его аналогах; составляется структурная модель (СМ) объекта; определяются затраты на каждый элемент объекта и удельный вес затрат по каждому элементу, исходя из общих затрат на изделие; строится диаграмма Парето.

Структурная модель объекта представляет собой с определённой степенью упрощения “скелет” изделия, его обобщённый вид. Однако следует отметить, что СМ не даёт полного представления о связях и отношениях, возникающих в изделии при его функционировании. Она отражает только наиболее устоявшиеся, статические связи в системе, в то время как действительные свойства системы всего изделия проявляются через динамические связи, действия и взаимодействия, которые происходят в процессе функционирования системы.

Каждый конструктивный элемент изделия называется материальным носителем функций (МНФ) и участвует в реализации основной и как следствие главной функции изделия.

Расчёт затрат на каждый элемент (МНФ) производится по одному из известных методов, в частности: по удельным показателям, по структурной аналогии, по методу баллов, по методу оценки на основе математических моделей и наконец прямым методом расчёта по статьям калькуляции. Рекомендуется расчёт затрат вести в табличной форме, в которой определяется удельный вес затрат по каждому элементу (МНФ) и устанавливается порядок расположения затрат по убыванию, начиная с самых высоких их значений и заканчивая минимальными затратами, приходящимися на отдельный элемент изделия.

Исходя из структурной модели и расчёта затрат по каждому МНФ строится диаграмма Парето. При построении диаграммы Парето по оси абсцисс располагаются все МНФ в порядке убывания их затрат, а по оси ординат откладывается удельный вес затрат в процентах от полной себестоимости изделия. При этом затраты учитываются нарастающим итогом.

В осях координат выделяются три зоны А, В и С, поэтому и метод получил название АВС.

Первая зона А соответствует наибольшему сосредоточению МНФ, составляющих 75% общих затрат на изделие. Вторая зона В составляет 20% общих затрат на изделие. Третья зона С соответствует остальным МНФ, составляющим в сумме 5% общих затрат, т.е. завершает картину распределения МНФ по зонам и затратам в целом.

Согласно теории метода АВС, элементы МНФ изделия, попавшие в зону А, подвергаются наиболее тщательному анализу и в первую очередь, затем могут подвергаться анализу МНФ, попавшие в зону В, а элементы, попавшие в зону С, как правило, тщательному анализу не подвергаются.

3. Аналитический этап. На этом этапе разрабатываются функциональная модель (ФМ), функционально-структурная модель (ФСМ) и строится функционально-стоимостная диаграмма (ФСД).

Функциональная модель – это логико-графическое изображение состава и взаимосвязей функций изделия, получаемое путём их формулировки и установления порядка подчинения. Каждая функция имеет свой материальный носитель и свой индекс, отражающий принадлежность к определённому уровню ФМ и порядковый номер.

Под функцией понимается проявление свойств изделия (объекта) в определённой системе отношений. Для удобства проведения ФСА разнообразные функции, выполняемые проектируемыми изделиями, могут быть классифицированы по различным признакам, в частности: по области проявления – внешние и внутренние; по роли удовлетворения потребностей – главные и второстепенные; по роли в обеспечении работоспособности – основные и вспомогательные; по характеру проявления – номинальные, потенциальные и действительные; по степени полезности – полезные, нейтральные и вредные.

Внешние функции отражают функциональные отношения между объектом и сферой применения.

Внутренние функции отражают действия и взаимосвязи внутри объекта, они обусловлены принципом его построения, особенностям исполнения.

Главная функция объекта – функция, определяющая назначение, сущность и смысл существования объекта в целом.

Второстепенная функция не влияет на работоспособность объекта, отражает побочные цели его создания, обеспечивает его спрос.

Основные функции – функции, обеспечивающие работоспособность объекта, создающие необходимые условия для осуществления главной функции.

Вспомогательные функции способствуют реализации основных: соединительных, изолирующих, фиксирующих, направляющих, крепежных и др.

Основным назначением классификации функций является выделение среди них полезных, нейтральных и вредных. Полезные функции – внешние и внутренние функции, отражающие функционально-необходимые потребительские свойства и определяющие работоспособность объекта. Нейтральные функции – это излишние функции, которые отрицательно не сказываются на работоспособности объекта, но удорожающие его. Вредные функции – функции, отрицательно влияющие на работоспособность объекта, не создающие потребительскую стоимость, – удорожающие объект.

На основании определения и классификации функций изделия строится функциональная модель изделия.

Построение ФМ осуществляется следующим образом: на верхнем уровне ФМ располагаются главные и второстепенные функции, т.е. внешние функции изделия; на втором уровне располагаются основные функции (внутренние), необходимые для реализации главной функции; на третьем (может быть четвёртом и т.д.) уровнях располагаются вспомогательные функции, которые обеспечивают основные.

Не зависимо от целей ФСА при построении ФМ следует учитывать, что функции верхнего уровня должны являться отражением целей функций нижнего уровня, а нижний уровень функций есть средство обеспечения функций вышестоящего уровня.

Каждой функции присваивается соответствующий индекс в зависимости от уровня ФМ, который отражается в функциональной модели: главная функция – F1; второстепенные – F2, F3 и т.д.; основные – F11, F12 и т.д.; вспомогательные – F111, F112 и т.д.

Если изделие имеет в своём составе функционально завершённые части, по каждой из них строится своя ФМ по тем же правилам, что и для изделия в целом.

После разработки функциональной модели с помощью экспертных методов осуществляется оценка значимости функций (rj) и их относительной важности для изделия в целом (Rj).

Оценка значимости и важности функции ведётся экспертными методами последовательно по уровням функциональной модели, начиная с первого (т.е. сверху вниз).

Нормирующим условием является следующее:

,

( 1 )



где – значимость j-й функции, принадлежащей k-му уровню функциональной модели;



k – число функций, расположенных на одном уровне функциональной модели и входящих в общий узел вышестоящего уровня.

Учитывая многоступенчатую структуру функциональной модели, наряду с оценкой значимости функций по отношению к ближайшей вышестоящей, определяется показатель относительной важности функции любого уровня (Rj) по отношению к изделию в целом:

,

( 2 )



где G – уровни функциональной модели.

Оценка значимости и относительной важности функций, как правило, осуществляется в табличной форме.

Функционально-структурная модель (ФСМ) изделия создаётся методом совмещения структурной и функциональной моделей. Построение ФСМ осуществляется путём наложения функциональной модели на структурную, в результате чего получается матрица. Строки матрицы ФСМ отражают состав элементов (МНФ) изделия и затраты на каждую функцию данного МНФ, а столбцы-функции по уровням ФМ. На пересечении строк и столбцов указывается величина затрат на i-го МНФ на j-ю функцию.

Из построения ФСМ видно, что отдельные МНФ или группа МНФ работают на одну функцию, тогда затраты на нее (SF) определяются затратами на создание соответствующего МНФ. Расчёт затрат осуществляется по формуле

,

( 3 )



где – затраты (себестоимость) j-го МНФ, руб.;



m – количество j-х МНФ, работающих на i-ю функцию.

Если один и несколько МНФ участвуют в удовлетворении нескольких функций, то затраты на него распределяются между функциями пропорционально степени значимости () МНФ в реализации данных функций. Затраты на i-ю МНФ определяются по формуле



.

( 4 )



После определения относительной важности каждой функции и относительной величины затрат строится ФСД. Это совмещённый график, наглядно показывающий соответствие относительной важности функции (RF. i) – квадрант над осью абсцисс и относительной величины затрат на эту функцию (SF. i) – квадрант под осью абсцисс.

Сопоставление верхней и нижней частей диаграммы по каждой из функций, отражённых на оси абсцисс (Х), позволяет выявить диспропорции в изделии и степень удовлетворения одного из важнейших принципов ФСА – соответствия важности функций для потребителя затрат на её реализацию в сфере производства и эксплуатации.

Выполнения функционально-стоимостного анализа

Ниже приводится упрощённая схема выполнения корректирующей формы функционально-стоимостного анализа технического объекта на примере трансформатора.

1. Краткая характеристика объекта. Среди многочисленных и разнообразных электротехнических приборов и устройств трансформаторы по широте распространения и универсальности применения занимают одно из первых мест. Их применяют в схемах источников питания радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) различного назначения, в усилителях и генераторах низкой частоты в качестве междукаскадных и выходных, в цепях высокочастотных контуров, приёмно-усилительных устройств, в импульсных и других схемах.

Мощность, габариты, размеры и масса различных трансформаторов варьируются в очень широких пределах. Технические характеристики трансформатора представлены в табл.1.

Таблица 1. Технические характеристики трансформатора (рассматриваемый пример)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование параметров и показателей | Единицы измерения | Значение |
| 1 | 2 | 3 |
| Параметры назначения | | |
| 1. Номинальная мощность | Вт | 60 |
| 2. Номинальное напряжение обмотки 1 | В | 220 |
| 3. Номинальное напряжение обмотки 2 | В | 36 |
| 4. Номинальный ток обмотки I | А | 0,15 |
| 5. Номинальный ток обмотки II | А | 5,0 |
| Показатели качества исполнения функций | | |
| Потери холостого хода | Вт | 0,6 |
| Срок службы | лет | Не менее 15 |
| Вероятность безотказной работы за 3000 ч | − | Не менее 0,99 |
| Показатели внешней среды | | |
| Температура внешней среды | °С | От −40° С до +40° С |
| Степень защищённости от внешних воздействий | − | IP22 |

2. Структурное моделирование рассматриваемого объекта. Структурная модель составляется на основе изучения конструкторско-технологической документации, в том числе спецификаций и имеет следующий вид (рис.1).



Рис.1. Структурная модель трансформатора

3. Расчёт затрат на МНФ трансформатора. Расчёт ведётся в табличной форме (табл.2) одним из методов.

4. Построение диаграммы Парето. Диаграмма строится на основе СМ (рис.1) и расчёта затрат на МНФ трансформатора (табл.2), см. рис.2. Из рис.2 видно, что два наиболее дорогостоящих элемента (МНФ) попали в зону А, четыре элемента – в зону В и три элемента с наименьшими затратами попали в зону С.

Согласно теории АВС наиболее дорогостоящие элементы (обмотка I и магнитопровод) подвергаются наиболее тщательному анализу и в первую очередь.

Таблица 2. Расчёт затрат и удельного веса затрат по каждому МНФ исходя из общих затрат на изделие

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование показателя | Элементы (МНФ) трансформатора | | | | | | | | | |
| Магнитопровод | Каркас катушки | Обмотка I | Обмотка II | Изоляция | Планка | Клеммы | Шпильки | Гайки, шайбы | Трансформатор |
| 1. Затраты, тыс. руб. | 1980 | 460 | 2100 | 1500 | 40 | 250 | 600 | 240 | 120 | 7290 |
| 2. Удельный вес затрат,% | 27,16 | 6,31 | 28,81 | 20,58 | 0,55 | 3,43 | 8,23 | 3,29 | 1,64 | 100 |
| 3. Ранжировка затрат по убыванию | 2 | 5 | 1 | 3 | 9 | 6 | 4 | 7 | 8 | − |



Рис.2. Диаграмма Парето на трансформатор

5. Разработка функциональной модели трансформатора. ФМ трансформатора строится в соответствии с приведенной выше классификацией функций, начиная с верхнего уровня (рис.3).



Рис.3. Функциональная модель трансформатора:

числитель – значимость функции (rj);

знаменатель – относительная важность (Rj).

6. Определение значимости j-й функции (rj) и относительной важности функции (Rj) любого уровня производится по формулам (1) и (2).

Как правило, для определения функций МНФ, установления значимости, а также расчёта затрат на каждую функцию составляется таблица (табл.3).

Таблица 3. Определение функций, установление значимости и расчёт затрат на каждую функцию, исходя из затрат на МНФ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование МНФ | Затраты на 1 МНФ, руб. | Наименование функций трансформатора | Индекс функции | Значимость функции (rj) | Затраты на 1 функцию, руб. |
| 1. Трансформатор | 7290 | 1. Обеспечивает преобразование напряжения  2. Обеспечивает удобство эксплуатации | F1  F2 | 0,9  0,1 | 6561  729 |
| 2. Катушка | 4100 | 1. Обеспечивает работу трансформатора  2. Обеспечивает преобразование напряжения | F11  F12 | 0,4  0,6 | 1640  2460 |
| 3. Крепёж | 360 | 1. Обеспечивает жёсткость и надёжность | F21 | 1,0 | 360 |
| 4. Клеммная планка | 850 | 1. Обеспечивает коммутацию и жёсткость конструкции | F22 | 1,0 | 850 |
| 5. Магнитопровод | 1980 | 1. Обеспечивает замыкание магнитного потока  2. Обеспечивает режим преобразования напряжения | F111  F112 | 0,3  0,7 | 594  1386 |
| 6. Обмотка I | 2100 | 1. Обеспечивает режим преобразования напряжения  2. Создаёт первичный магнитный поток | F112  F121 | 0,5  0,5 | 1050  1050 |
| 7. Обмотка II | 1500 | 1. Обеспечивает режим преобразования напряжения  2. Обеспечивает продукцию | F112  F122 | 0,5  0,5 | 750  750 |
| 8. Каркас катушки | 460 | 1. Обеспечивает несущую конструкцию обмоток для обеспечения эксплуатации | F222 | 1,0 | 460 |
| 9. Изоляция | 40 | 1. Обеспечивает надёжность прохождения тока | F212 | 1,0 | 40 |
| 10. Шпильки | 240 | 1. Обеспечивает жёсткость конструкции | F211 | 1,0 | 240 |
| 11. Гайки, шайбы | 120 | 1. Обеспечивают жёсткость конструкции | F211 | 1,0 | 120 |
| 12. Планка | 250 | 1. Обеспечивает коммутацию | F221 | 1,0 | 250 |
| 13. Клеммы | 600 | 1. Обеспечивает коммутацию | F221 | 1,0 | 600 |

Оценка относительной важности функций ведётся последовательно по уровням ФМ (рис.3) или в табличной форме (табл.4).

Таблица 4. Оценка относительной важности функций

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Индекс функции ФМ | Наименование функции трансформатора | Значимость функции (rj) | Относительная важность функции (Rj) |
| F1 | Обеспечивает преобразование напряжения | 0,9 | 0,90 |
| F2 | Обеспечивает удобство эксплуатации | 0,1 | 0,10 |
| F11 | Обеспечивает работу трансформатора | 0,4 | 0,36 |
| F12 | Обеспечивает преобразование напряжения | 0,6 | 0,54 |
| F21 | Обеспечивает жёсткость и надёжность | 0,4 | 0,04 |
| F22 | Обеспечивает коммутацию и жёсткость | 0,6 | 0,06 |
| F111 | Обеспечивает замыкание магнитного потока | 0,3 | 0,11 |
| F112 | Обеспечивает режим преобразования напряжения | 0,7 | 0,25 |
| F121 | Создаёт первичный магнитный поток | 0,5 | 0,27 |
| F122 | Обеспечивает индукцию | 0,5 | 0,27 |
| F211 | Обеспечивает жёсткость конструкции | 0,5 | 0,02 |
| F212 | Обеспечивает жёсткость и надёжность | 0,5 | 0,02 |
| F221 | Обеспечивает коммутацию | 0,5 | 0,03 |
| F222 | Обеспечивает несущую конструкцию для обеспечения коммутации | 0,5 | 0,03 |

7. Функционально-структурное моделирование. ФСМ строится путём совмещения структурной модели (рис.1) и функциональной модели (рис.3), в результате чего получается матрица (табл.5). Распределение затрат по функциям производится по формулам (3) и (4).

Таблица 5. ФСМ и распределение затрат по функциям

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Зона | Наименование МНФ | Затраты на 1 МНФ, руб. | Затраты на функцию, руб. | | | | | | | | |
| F1 | | | | F2 | | | | |
| F11 | | F12 | | F21 | | | F22 | |
| F111 | F112 | F121 | F122 | | F211 | F212 | F221 | F222 |
| А | 1. Обмотка I  2. Магнитопровод | 2100  1980 | −  594 | 1050  1386 | 1050  − | −  − | | −  − | −  − | −  − | −  − |
| В | 3. Обмотка II  4. Клеммы  5. Каркас катушки  6. Планка | 1500  600  460  250 | −  −  −  − | 750  −  −  − | −  −  −  − | 750  −  −  − | | −  −  −  − | −  −  −  − | −  600  −  250 | −  −  460  − |
| С | 7. Шпильки  8. Гайки, шайбы  9. Изоляция | 240  120  40 | −  −  − | −  −  − | −  −  − | −  −  − | | 240  120  − | −  −  40 | −  −  − | −  −  − |
|  | Итого | 7290 | 594 | 3186 | 1050 | 750 | | 360 | 40 | 850 | 460 |
|  | Удельные относительные затраты | 1 | 0,08 | 0,44 | 0,14 | 0,10 | | 0,05 | 0,01 | 0,12 | 0,06 |
|  | Итого | 7290 | F11 = 3780 | | F12 = 1800 | | | F21 = 400 | | F22 = 1310 | |
|  | Удельные относительные затраты | 1 | 0,52 | | 0,24 | | | 0,06 | | 0,18 | |
|  | Итого | 7290 | F1 = 5580 | | | | | F2 = 1710 | | | |
|  | Удельные относительные затраты | 1 | 0,77 | | | | | 0,23 | | | |

ФСМ можно разрабатывать по каждой зоне раздельно.

8. Построение функционально-стоимостной диаграммы (ФСД), см. рис.4.



Рис.4. Общий вид ФСД трансформатора

Из рис.4 видно значительное превышение затрат (0,44) по функции F112 над относительной важностью функции (0,25) и по функциям F211, F221 и F222. Именно эти функции и их МНФ должны быть подвергнуты наиболее тщательному и в первую очередь анализу.

# ЛИТЕРАТУРА

1. Новицкий Н.И. Организация и планирование производства: Практикум / Н.И. Новицкий. – Мн.: Новое знание, 2004. – 256 с.
2. Новицкий Н.И. Организация производства на предприятиях: Учеб. -метод. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 392 с.
3. Новицкий Н.И. Основы менеджмента: организация и планирование производства: задачи и лабораторные работы. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 208 с.
4. Новицкий Н.И., Пашуто В.П. Организация, планирование и управление производством: Учеб. -метод. пособие / Под ред.Н.И. Новицкого. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 576 с.