

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

### **Функционально-стоимостной анализ**

#### **4.1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью данной лабораторной работы является:

- изучение студентами метода функционально-стоимостного анализа технических объектов;
- ознакомление с особенностями оценки технико-экономического баланса изделий радиоэлектроники;
- привитие студентам творческих навыков по поиску решений модернизации и совершенствования изделия с целью его технико-экономической оптимизации.

#### **4.2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**Функционально-стоимостный анализ (ФСА)** – это метод системного исследования функций объекта, направленный на минимизацию затрат в процессе проектирования, производства и эксплуатации изделия при сохранении (повышении) качества и полезности данного объекта для потребителей.

Данный метод хорошо дополняет обычные методы технико-экономического обоснования новых изделий. Он используется на стадиях НИР, ОКР, технической подготовки производства для определения наилучших соотношений между техническими и экономическими характеристиками изделий. Его принципиальным отличием от традиционных методов технико-экономического анализа является то, что процесс улучшения технико-экономических характеристик осуществляется в динамике.

Основная идея метода базируется на том, что в себестоимости любого объекта, кроме минимальных издержек, абсолютно необходимых для выполнения заданных функций, имеются, как правило, дополнительные издержки, связанные с излишними материальными затратами, усложнением функциональной и принципиальной схемами и др.

Основным назначением ФСА является достижение оптимального соотношения между потребительной стоимостью и затратами (ценой, себестоимостью) при создании объекта. Поэтому, если в процессе обычного технико-экономического анализа определяются только значения тех или иных показателей нового изделия, то целью проведения ФСА является нахождение конкретных путей устранения обнаруженных недостатков и повышения эффективности функционирования исследуемого объекта.

Существует три формы ФСА, которые используются для разных целей и объектов.

Первая форма ФСА, наиболее хорошо разработанная и широко применяемая, предназначена для доработки освоенных объектов и получила название **"ФСА в сфере производства"** (*корректирующая форма*). Основной целью при этом является: ликвидация диспропорций между значимостью выполняемых функций и затратами на их осуществление; выявление излишних затрат и причин их появления; определение резервов снижения себестоимости и повышения качества исполнения функций изделия; поиск лучших решений по функциям и выбор оптимального из них.

Вторая форма, называемая творческой или **"ФСА в сфере проектирования"**, используется на стадии создания объектов на этапах НИР и ОКР. Основное назначение этой формы: систематизация действий инженера при поиске оптимальных технических (технологических) решений; обеспечение параллельного и многократного (с постепенным уточнением) анализа экономических показателей и качества проектируемого объекта; критический анализ каждого элемента с точки зрения выполняемых им функций и полезности для объекта в целом; задание и обеспечение лимитов затрат по функциям.

Третья форма - **"ФСА в сфере применения"** условно называется инверсной и используется для систематизации процесса поиска сфер применения уже спроектированных объектов либо их унификации и обеспечивает выбор наиболее эффективной (с технических и экономических позиций) системы, в которой предполагается использование объекта.

Объектами ФСА могут быть как изделия и их составные части, так и все виды технологической оснастки, а также специального оборудования. Наряду с продукцией основного и вспомогательного производства объектами ФСА являются технологические процессы (заготовительные, обрабатывающие, складские, транспортные и т.д.). Специфическим объектом ФСА можно считать организационные и управленческие процессы и структуры.

Проведение ФСА включает следующие этапы.

**1. Подготовительный этап**, на котором выбирается объект исследования, формируются цели и желаемый результат проведения анализа, составляется рабочий план выполнения ФСА.

**2. Информационный этап** заключается в подготовке и сборе информации об объекте и его аналогах. Составляется структурная модель объекта.

Структурная модель (СМ) объекта представляет собой его условное изображение, отражающее состав и соподчиненность его материальных элементов (носителей функций). Такое изображение объекта можно получить, например, при разузловании изделия на основе конструкторских спецификаций. Основное внимание при построении структурных моделей необходимо уделить строгой и однозначной соподчиненности материальных элементов, расположению их по уровням иерархии: изделие - сборочные единицы - детали.

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

Каждый конструктивный элемент изделия называется материальным носителем и участвует в реализации функций изделия.

По всем материальным носителям выполняются расчеты их себестоимости, и строится диаграмма Парето. На этой диаграмме по оси абсцисс располагаются все материальные носители в порядке убывания их стоимости. По оси ординат откладывается удельный вес затрат в процентах от полной стоимости изделия (набора материальных носителей). При этом затраты учитываются нарастающим итогом. На диаграмме все материальные носители распределяются по трем зонам: *A*, *B* и *C*.

В зоне *A* располагаются материальные носители, затраты на реализацию которых составляет 75% всех затрат. Зона *C* включает остальные материальные носители, затраты на реализацию которых составляют в сумме 5% общих затрат на изделия.

Диаграмма Парето позволяет выявить зоны с самыми большими затратами и осуществлять поиск резервов их снижения затрат. 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 состава и объёма работ по техническому перевооружению предприятия), требуется выполнение аналогичной работы, но уже без учёта покупных изделий.

**3. Аналитический этап** заключается в разработке функциональной модели изделия (ФМ) и построении функционально-стоимостной диаграммы (ФСД).

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

**Под функцией понимается проявление свойств объекта в определенной системе отношений.** Функции изделия классифицируются по следующим признакам:

1. По области проявления – **внешние и внутренние**:
  - 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.

2. По роли в удовлетворении потребностей – **главные и второстепенные**:

- 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.

3. По роли в обеспечении работоспособности – **основные и вспомогательные**:

- 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.

4. По степени полезности – **полезные, нейтральные и вредные**:

- 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, - увеличивающие стоимость объекта.

На основании определения и классификаций функций изделия строиться функциональная модель изделия. При этом с помощью экспертных методов определяются оценки значимости и относительной важности функций.

Построение функциональной модели осуществляется следующим образом:

- на 1 уровне ФМ располагаются главная и второстепенная функция (внешние);

- на 2 уровне – основные функции;

- на последующих уровнях – вспомогательные функции (в случае сложных основных функций их дробление на подчиненные производится до тех пор, пока не образуется простейшая, неделимая триада функций: прием - преобразование - выдача).

Каждой функции присваивается соответствующий индекс в зависимости от уровня ФМ, который отражается в функциональной модели: главная функция -  $F_1$ ; второстепенные -  $F_2, F_3$  и т.д.; основные -  $F_{11}, F_{12}$  и т.д.; вспомогательные -  $F_{111}, F_{112}$  и т.д.

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

Правильность построения функциональной модели проверяется следующим образом:

- любому изменению состояния объекта должна соответствовать определенная функция;
- каждая функция, предполагающая сложные преобразования, должна быть раскрыта через совокупность подчиненных функций простыми преобразованиями;
- между функциями должны быть выявлены формально-логические отношения (подчинения, главенствования, независимости);
- для исключения дублирования вышестоящих функций в ФМ количество подчиненных им функций должно быть не менее двух.

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

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

Нормирующим условием является следующее:

$$\sum_{j=1}^k r_j = 1,$$

где  $r_j$  - 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 ( $R_j$ ) по отношению к изделию в целом:

$$R_j^i = \prod_i^{G-i} r_j^i,$$

где  $G$ - уровни функциональной модели.

На основе совмещения структурной и функциональной моделей изделия разрабатывается функционально-структурная модель (ФСМ) изделия.

Построение ФСМ осуществляется путем наложения функциональной модели на структурную модель. Удобно ФСМ представить в матричной форме, где по строкам матрицы записываются материальные элементы изделия, а по столбцам - функции объекта. На пересечении строк и столбцов указывается

величина затрат  $i$ -го материального носителя, необходимых для реализации  $j$ -й функции.

В результате проведения всех вышеуказанных аналитических работ формируются необходимые сведения для построения функционально-стоимостной диаграммы. Это совмещенный график, наглядно показывающий соответствие значимости функции затратам на его реализацию.

Верхняя часть диаграммы отражает распределение функции по относительной важности, а нижняя - по затратам. На графике наглядно видны зоны диспропорции, которые и служат первоочередными объектами для анализа и совершенствования изделия.

**4. На последующих этапах ФСА** осуществляются творческие, исследовательские работы, в результате которых осуществляется поиск и обоснование решения по устранению или уменьшению обнаруженного в результате анализа дисбаланса и внедрение этого решения.

Одним из основополагающих принципов ФСА является коллективное творчество, предполагающее активное участие различных специалистов в творческом поиске и выдвижении идей для решения поставленной задачи по улучшению технико-экономических характеристик анализируемого объекта.

#### 4.3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

3.1. В качестве задания на выполнение лабораторной работы каждая подгруппа студентов получает следующие исходные данные:

- 3.1.1. Краткое описание технического объекта;
- 3.1.2. Структурную схему этого объекта;
- 3.1.3. Функциональную модель объекта.
- 3.1.4. Стоимость (затраты) всех материальных носителей.

3.2. На основании этих исходных данных студентам необходимо выполнить следующее:

3.2.1. Построить диаграмму Парето и на этой основе определить перечень материальных носителей, входящих в зоны  $A$ ,  $B$  и  $C$ .

3.2.2. Разработать функционально-стоимостную модель и функционально-стоимостную диаграмму объекта.

3.2.3. Выделить зоны дисбаланса в объекте.

3.3. Приведение функционально-стоимостного анализа изделия и устранение дисбаланса соответственно по законам  $A$ ,  $B$  и  $C$ .

С этой целью студентам необходимо:

3.3.1. Разработать исходную функционально-стоимостную таблицу по материальным носителям, входящим в соответствующую зону.

3.3.2. Построить на этой основе функционально-стоимостную диаграмму.

3.3.3. Разработать конструктивно-технологические предложения по устранению обнаруженного дисбаланса.

3.3.4. Оценить влияние этих предложений на сокращение затрат.

3.3.5. Построить функционально-стоимостную модель и функционально-стоимостную диаграмму с учетом разработанных предложений по зонам *A*, *B* и *C*.

3.3.6. Провести анализ полученных результатов на основе построения функционально-стоимостной модели и функционально-стоимостной диаграммы для всего изделия (с учетом разработанных предложений).

3.4. Пример укрупненного функционально-стоимостного анализа для трансформаторов приведен в разделе 4.

#### 4.4. ПРИМЕР ПРОВЕДЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА

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

##### 1. Краткая характеристика объекта

Среди многочисленных и разнообразных электротехнических приборов и устройств трансформатора по широте распространения и универсальности применения занимают одно из первых мест. Их применяют в схемах источников питания РЭА различного назначения, в усилителях и генераторах низкой частоты в качестве междукаскадных и выходных, в цепях высокочастотных контуров, приемно-усилительных устройств, в импульсных и других схемах.

Мощность, габариты, размеры и масса различных трансформаторов варьируются в очень широких пределах.

Таблица 4.1

Технические требования к трансформатору (рассматриваемый пример)

Наименование параметров и показателей	Единицы измерения	Значение
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 1	А	0,15
5. Номинальный ток обмотки 2	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	$^{\circ}\text{C}$	От $-40^{\circ}$ до $+40^{\circ}$
Степень защищенности от внешних воздействий	-	IP22

На рис. 4.1 показана структурная модель трансформатора, а на рис. 4.2 – функциональная, в который даны также оценки значимости и относительной важности функций.

В табл. 4.2 приведены данные о величине затрат на материальные носители и их распределении на реализацию функций трансформатора.

На основании этих данных сначала строится диаграмма распределения затрат на материальные носители (рис. 4.3). Отсюда видно, что в зону «А» попадают только два материальных носителя («обмотка 1» и «магнитопровод»), в зону «В» – четыре, а в зону «С» – три. С помощью этой диаграммы определяется последовательность работ по поиску резервов снижения затрат на производство трансформатора.

В табл. 4.3 представлена функционально-стоимостная модель трансформатора, на основании которой строится функционально-стоимостная диаграмма (рис. 4.4). Отсюда наглядно видно, что наибольший дисбаланс имеет место по функции  $F_{14}$  – «Обеспечить режимы преобразования». Следовательно, именно по этой функции необходимо заниматься поиском путей и методов совершенствования технико-экономических параметров данного изделия.

С целью детализации этого процесса и распределения его между различными исполнителями объект анализа можно разделить на функциональные или, как в данном примере, на группы материальных носителей, соответствующих зонам «А», «В» и «С». Для каждой из этих групп разрабатывается функционально-стоимостная модель (табл. 4.4), а также функционально-стоимостная диаграмма (рис. 4.5). Найденные зоны дисбаланса необходимо устранить как обычно на основе поиска творческих решений, исследований и обоснований, после чего заново построить ФСД анализируемого предмета.



Таблица 4.2

## Затраты на реализацию функций трансформатора

Наименование материального носителя	Стоимо сть, руб.	Наименование функций	Индекс функци и по ФМ	Вклад МН в выполнен ие функции по ФМ	Затраты на реализац ию функций, руб.
Магнитопрово д	1,98	Обеспечить замыкание магнитного потока	F <sub>11</sub>	0,6	1,19
		Обеспечить несущую конструкцию для обмоток	F <sub>24</sub>	0,1	0,2
		Обеспечить заданные режимы преобразования	F <sub>14</sub>	0,3	0,59
Каркас катушки	0,46	Обеспечить надежность	F <sub>23</sub>	1,0	0,46
Обмотка I	2,1	Создать первичный магнитный поток	F <sub>12</sub>	0,5	1,05
		Обеспечить заданные режимы преобразования	F <sub>14</sub>	0,5	1,05
Обмотка II	1,5	Обеспечить индукцию тока	F <sub>13</sub>	0,5	0,75
		Обеспечить заданные режимы преобразования	F <sub>14</sub>	0,5	0,75
Межслойная изоляция	0,04	Обеспечить надежность	F <sub>23</sub>	1,0	0,04
Планка	0,25	Обеспечить коммутацию	F <sub>22</sub>	1,0	0,25
Клеммы	0,6	Обеспечить коммутацию	F <sub>22</sub>	1,0	0,6
Шпильки	0,24	Обеспечить жесткость конструкции	F <sub>21</sub>	1,0	0,24
Гайки, шайбы	0,12	Обеспечить жесткость конструкции	F <sub>21</sub>	1,0	0,12

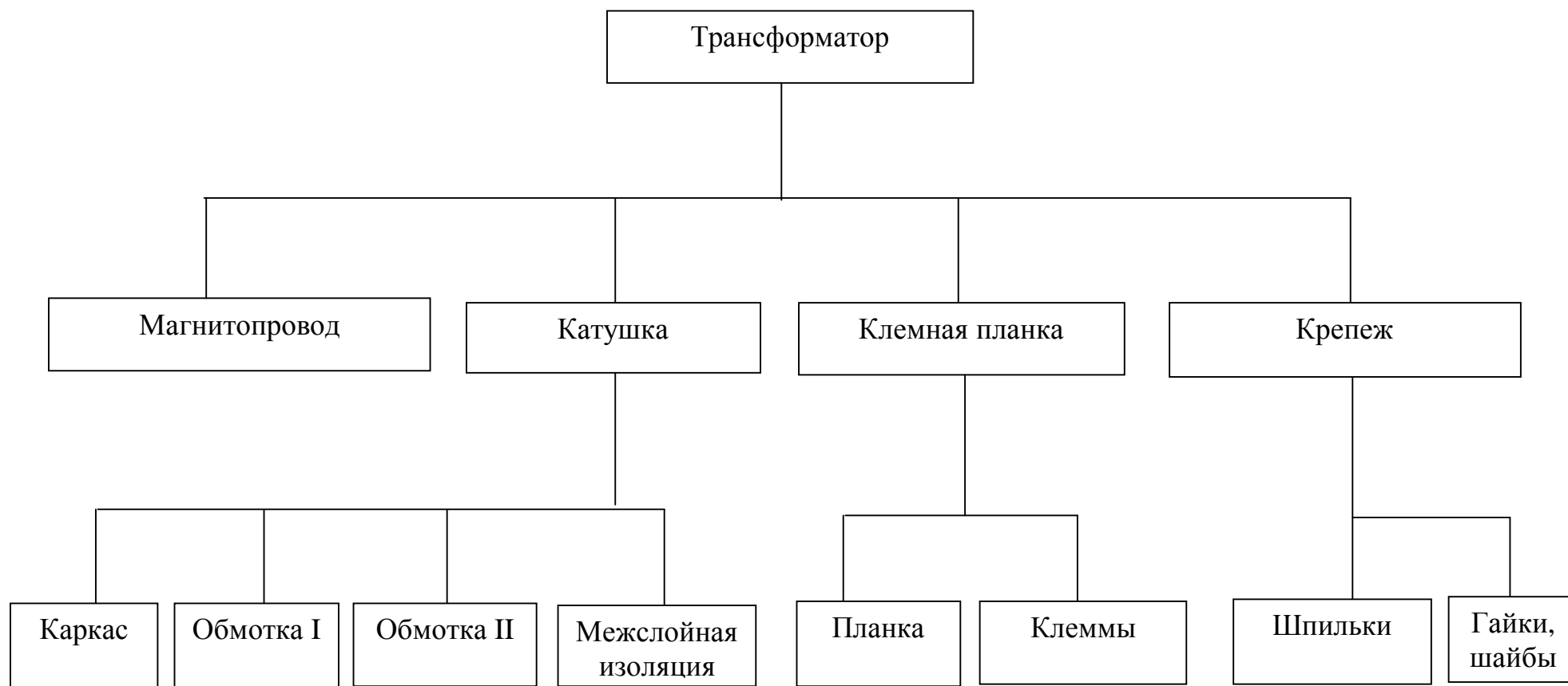


Рис. 4.1. Структурная модель трансформатора

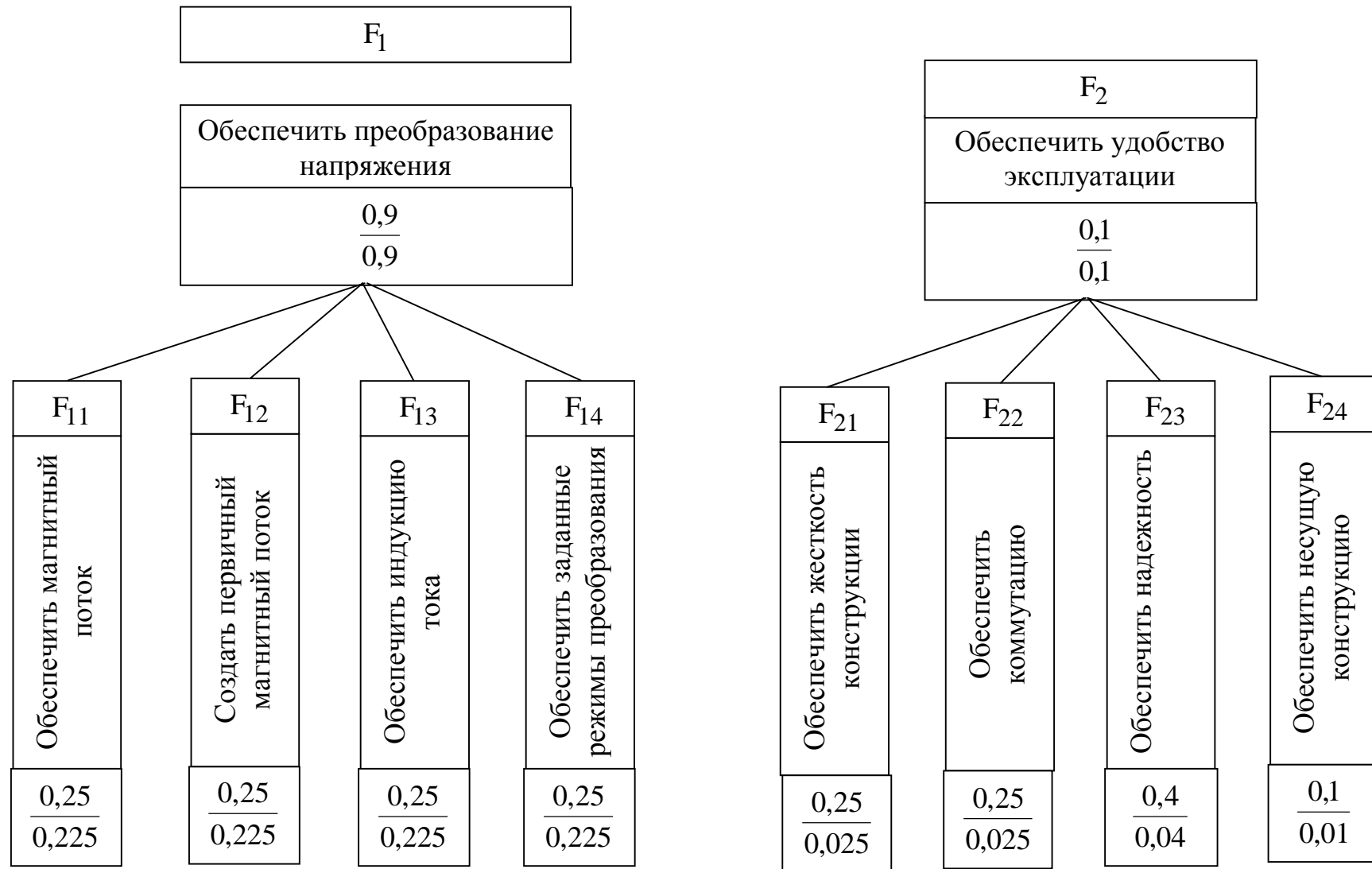


Рис. 4.2. Функциональная модель трансформатора:  
числитель – значимость функций ( $r_j$ )      знаменатель – относительная важность функций ( $R_j$ ).

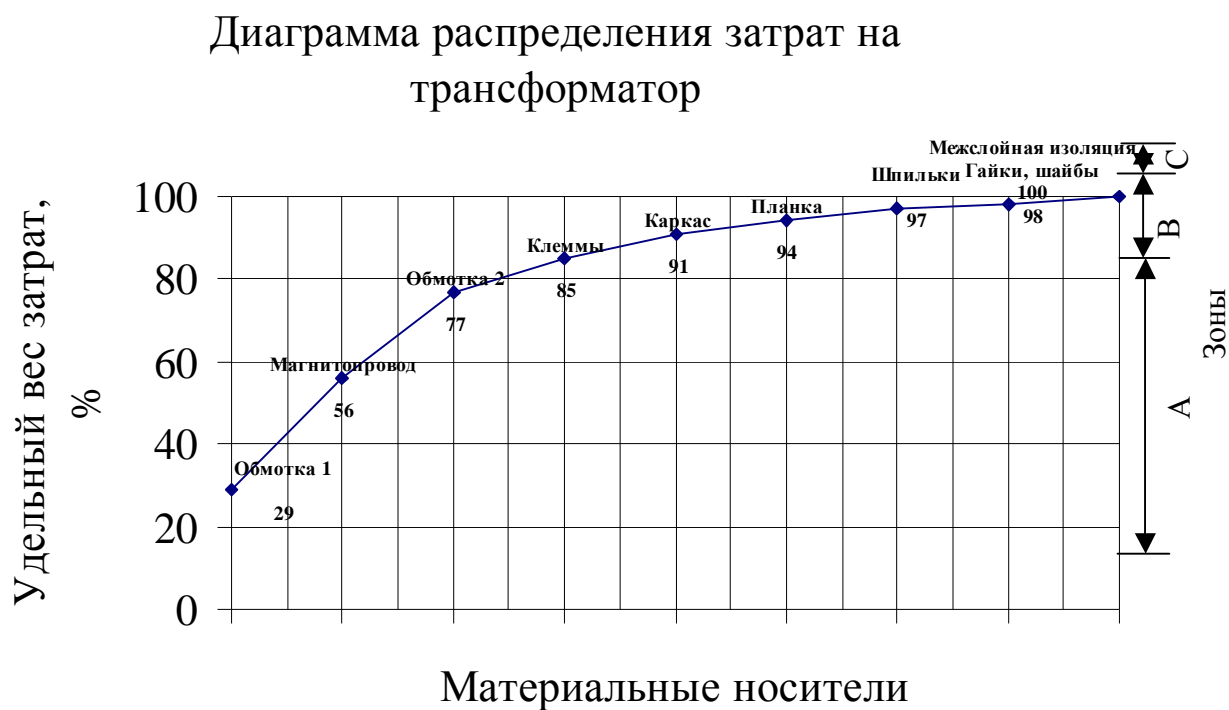


Рис. 4.3. Диаграмма распределения затрат на трансформатор

Таблица 4.3

Функционально-стоимостная модель трансформатора

Зоны	Материальные носители	Затраты на функции								Всего
		F <sub>1</sub>				F <sub>2</sub>				
		F <sub>11</sub>	F <sub>12</sub>	F <sub>13</sub>	F <sub>14</sub>	F <sub>21</sub>	F <sub>22</sub>	F <sub>23</sub>	F <sub>24</sub>	
А	Обмотка 1		1.05		1.05					2.1
	Магнитопровод	1.19			0.59				0.2	1.98
В	Обмотка 11			0.75	0.75					1.5
	Клеммы						0.6			0.6
	Каркас							0.46		0.46
	планка						0.25			0.25
С	Шпильки					0.24				0.24
	Гайки, шайбы					0.12				0.12
	Межслойная изоляция							0.04		0.04
	Итого	1.19	1.05	0.75	2.39	0.36	0.85	0.50	0.2	7.29
	Удельные затраты	0.16	0.14	0.10	0.33	0.05	0.12	0.07	0.03	1.00

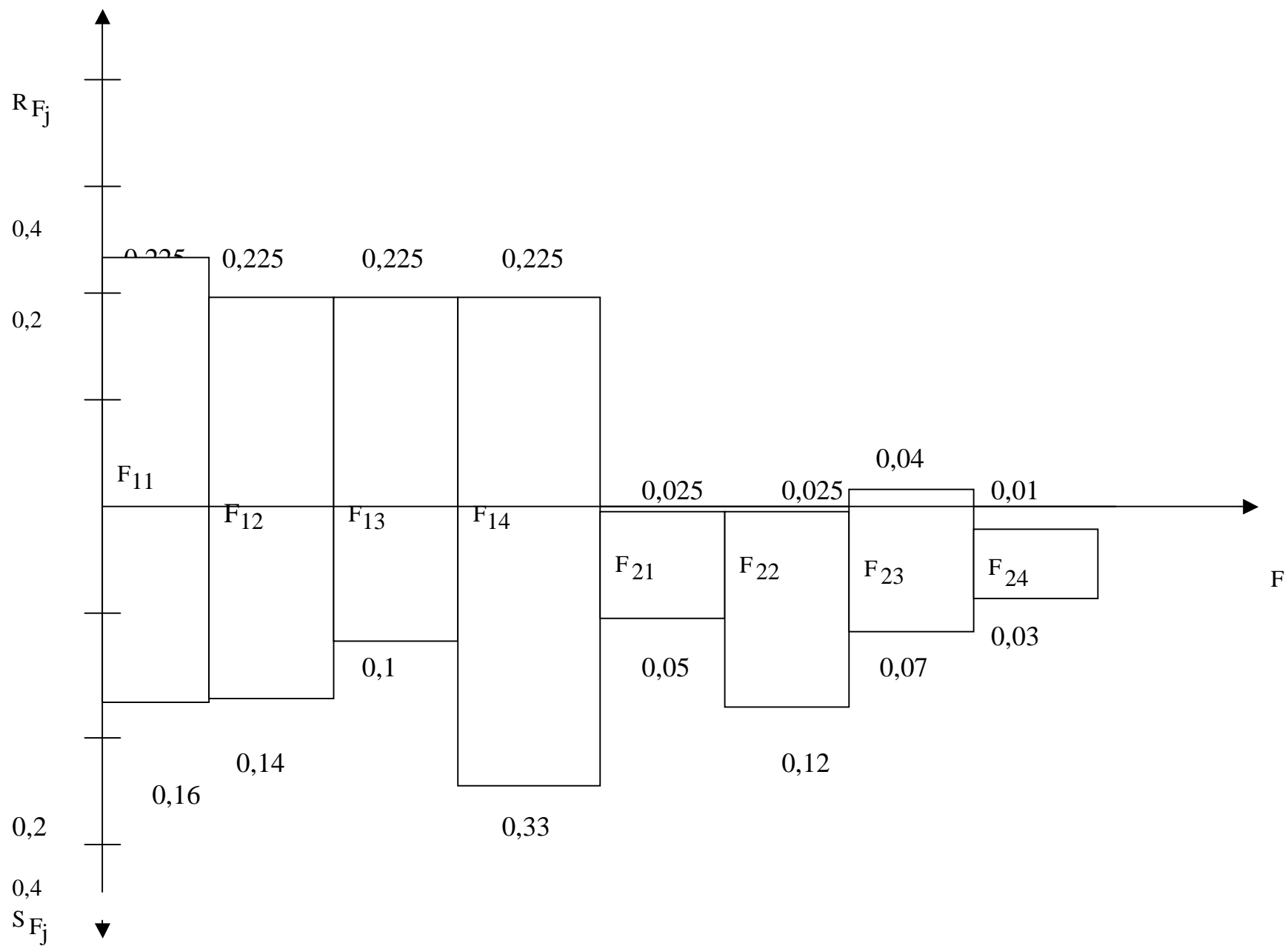


Рис. 4.4. Функционально-стоимостная диаграмма трансформаторов

Таблица 4.4

## Функционально-стоимостная модель трансформатора

Зона А					
Материальные носители	Затраты на функции				Всего
	$F_{11}$	$F_{12}$	$F_{14}$	$F_{24}$	
Обмотка 1		1.05	1.05		2.1
Магнитопровод	1.19		0.59	0.2	1.98
Итого	1.19	1.05	1.64	0.2	4.08
Удельные затраты	0.29	0.26	0.40	0.05	1.00
Зона В					
Материальные носители	Затраты на функции				Всего
	$F_{13}$	$F_{14}$	$F_{22}$	$F_{23}$	
Обмотка II	0,75	0,75			1,5
Клеммы			0,6		0,6
Каркас				0,46	0,46
Планка			0,25		0,25
Итого	0,75	0,75	0,85	0,46	2,81
Удельные затраты	0,27	0,27	0,30	0,16	1,00
Зона С					
Материальные носители	Затраты на функции			Всего	
	$F_{21}$		$F_{23}$		
Шпильки	0,24			0,24	
Гайки, шайбы	0,12			0,12	
Межслойная изоляция			0,04	0,04	
Итого	0,36		0,04	0,40	
Удельные затраты	0,9		0,1	1,00	

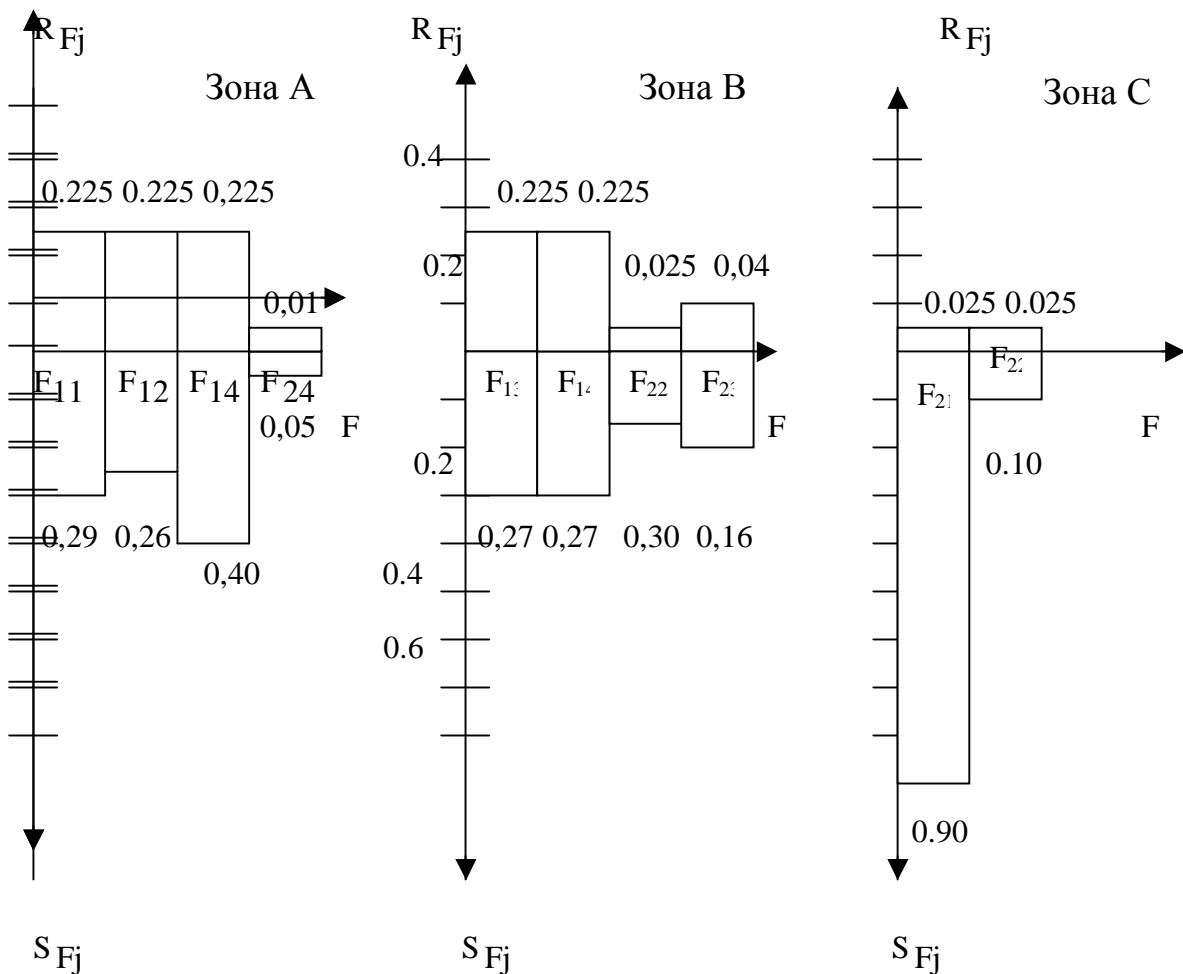


Рис. 4.5. Функционально-стоимостная диаграмма трансформатора (зоны А, В, С)

#### 4.5. ВАРИАНТЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Ниже даны шесть вариантов технических объектов, по каждому из которых приводятся следующие исходные данные: краткая характеристика объекта; технические требования к нему; структурная модель; функциональная модель, включая оценки значимости и относительной важности функций; величина затрат на реализацию функций.

##### **ВАРИАНТ 1**

Индикатор электронно-лучевой (ЭЛИ) предназначен для использования в качестве устройства отображения алфавитно-цифровой и графической информации.

Таблица 5.1.1.

## Технические требования к ЭЛИ

Наименование параметров и показателей	Единица измерения	Значение
Параметры назначения		
1. Номинальный размер изображения	мм	220 x 145
2. Разрешающая способность совмещенного черно-белого изображения по горизонтали в центре	линий	не менее 450
Показатели качества исполнения функций		
3. Масса	кг	не более 11
4. Габаритные размеры	мм	390 x 321 x 288
5. Срок службы	лет	не менее 10
Показатели внешней среды		
6. Температура внешней среды	$^{\circ}\text{C}$	$20\pm 5$
7. Относительная влажность воздуха	%	$65\pm 15$
8. Атмосферное давление	кПа	84-107

Таблица 5.1.2

## Затраты на реализацию функции ЭЛИ

Наименование материального носителя	Стоимость, руб.	Наименование функций	Индекс функции по ФМ	Вклад МН в выполнение функции по ФМ	Затраты на реализацию функций, руб.
1	2	3	4	5	6
ЭЛТ	342	Обеспечить восприятие информации в заданных режимах	F <sub>16</sub>	1,0	342
Отклоняющая система	38,5	Развертывать луч по горизонтали и вертикали	F <sub>112</sub>	0,8	30,8
		Обеспечить синхронизацию и знакогенерацию	F <sub>113</sub>	0,2	7,7
Модуль электропитания	52	Обеспечить питание ЭЛИ	F <sub>15</sub>	0,7	36,4
		Обеспечить восприятие информации в заданных режимах	F <sub>16</sub>	0,3	15,6



Окончание табл. 5.1.2.

1	2	3	4	5	6
Модуль разверток и напряжений	67	Формировать ток пилообразной формы	$F_{111}$	0,5	33,5
		Развертывать луч по горизонтали и вертикали	$F_{112}$	0,5	33,5
Модуль видеоусилителя	49	Усиливать сигнал	$F_{13}$	0,5	24,5
		Преобразовать входной сигнал	$F_{12}$	0,3	14,7
		Модулировать электронный луч	$F_{14}$	0,2	9,8
Корпус	36	Обеспечить эргономические показатели	$F_{21}$	0,5	18
		Обеспечить жесткость и защищенность конструкции	$F_{22}$	0,5	18
Органы управления и сопряжения ЭЛИ	7,3	Обеспечить восприятие информации в заданных режимах	$F_{16}$	0,6	4,4
		Обеспечить коммутацию с внешними устройствами	$F_{23}$	0,4	2,9

**ВАРИАНТ 2**

Индикатор (панель) коллективного пользования (ИКП) представляет собой автономное устройство, выполненное на электролюминисцентных индикаторах. Он предназначен для считывания алфавитно-цифровой информации.

Таблица 5.2.1

## Технические требования к ИКП

Наименование параметров и показателей	Единица измерения	Значение
Параметры назначения		
1. Расстояние считывания информации	м	до 8
2. Высота символов	см	8,8
Показатели качества исполнения функций		
3. Тип индикаторов	-	ИЭЛ-120
4. Напряжение питания	В	220
5. Потребляемая мощность	Вт	не более 40
6. Масса	кг	6
7. Габаритные размеры	мм	120*640*110
8. Срок службы	лет	не менее 8
Показатели внешней среды		
9. Температура окружающего воздуха	$^{\circ}\text{C}$	от -30 до +40

10. Атмосферное давление	кПа	78-110
11. Относительная влажность воздуха	%	55 <sup>±</sup> 25

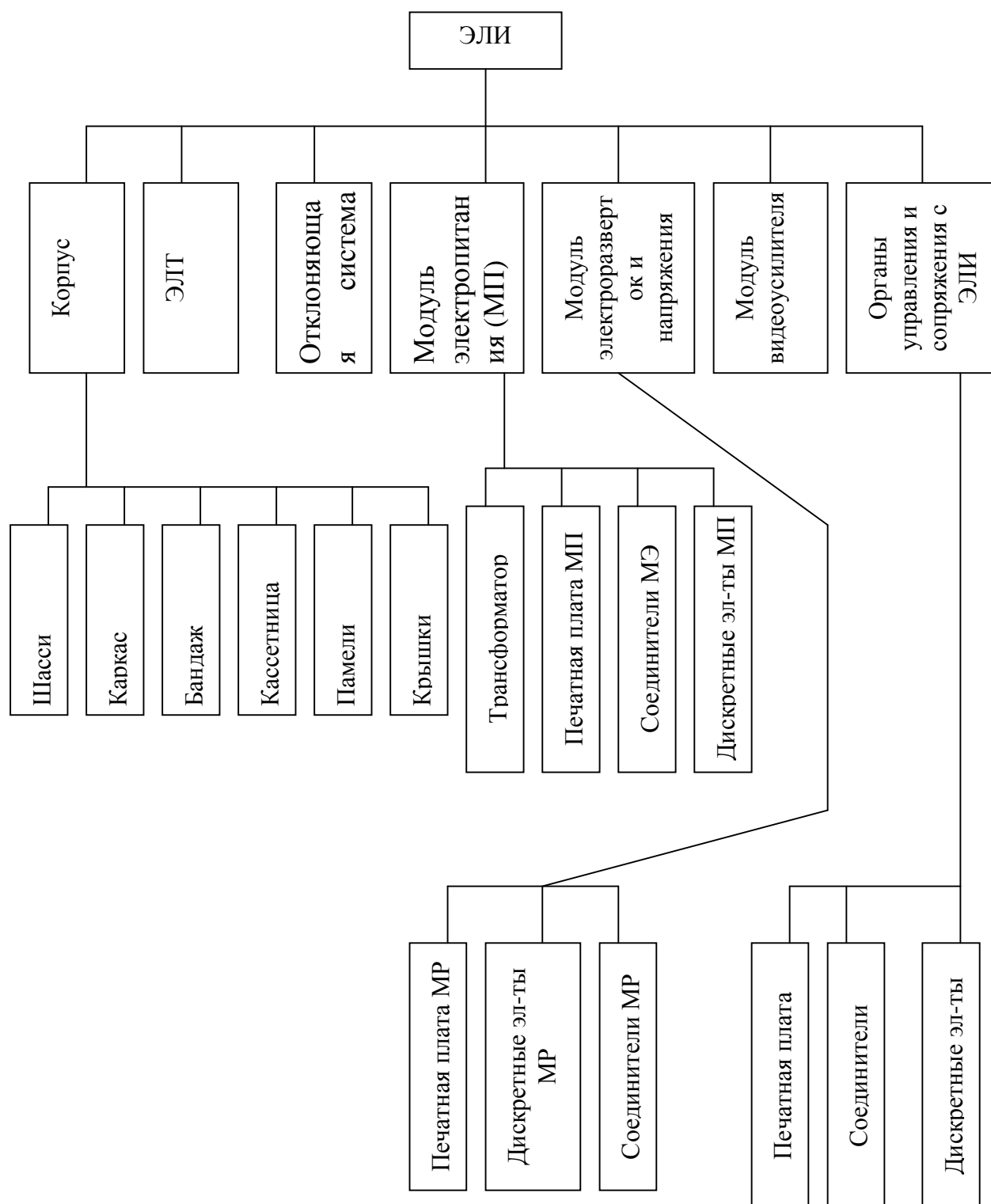


Рис.5.1.1. Структурная модель устройства электронно-лучевой индикации (ЭЛИ)

числитель – значимость функций ( $r_j$ );                      знаменатель – относительная важность функций ( $R_j$ ).

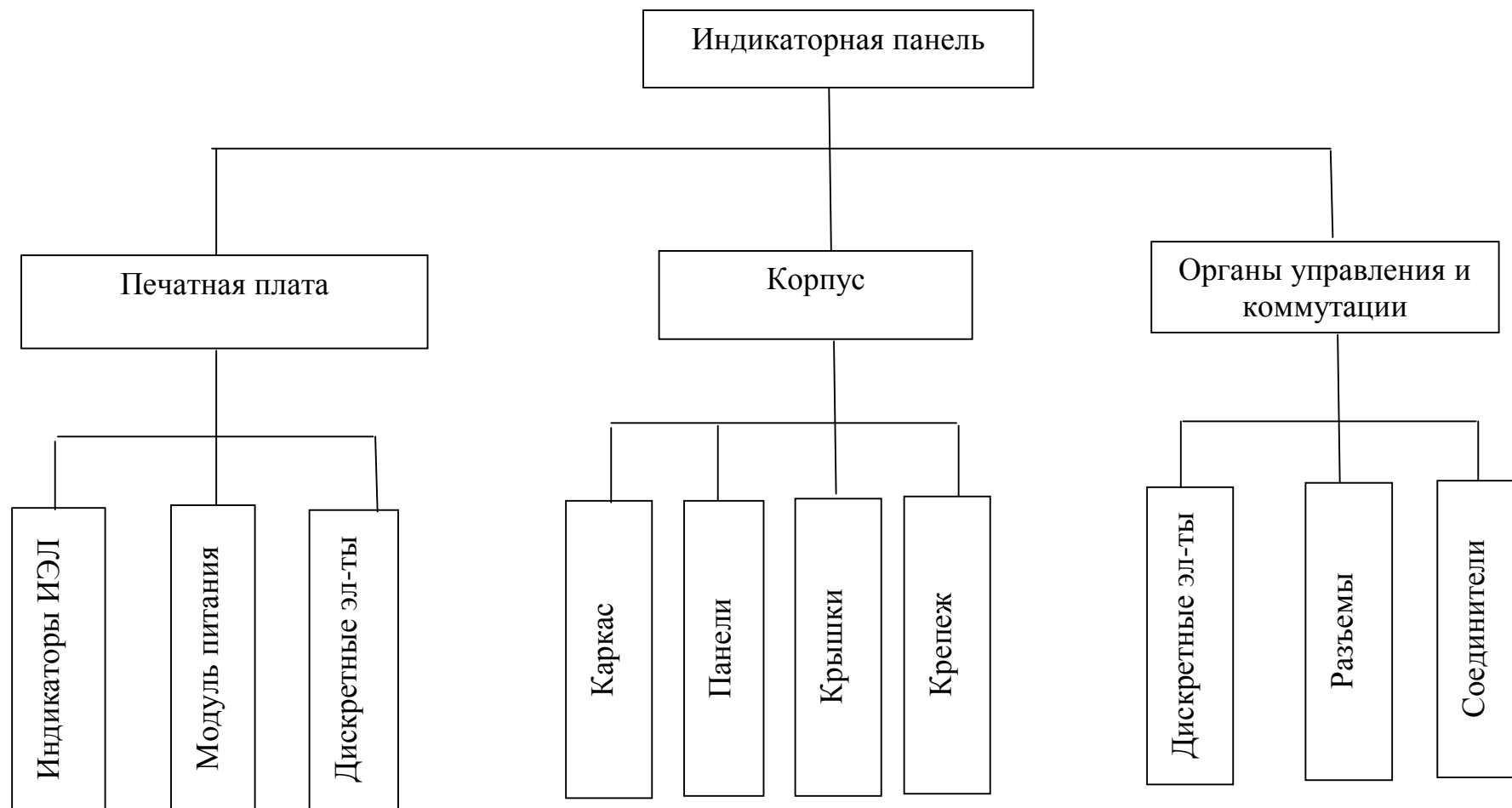


Рис. 5.2.1. Структурная модель индикатора коллективного пользования

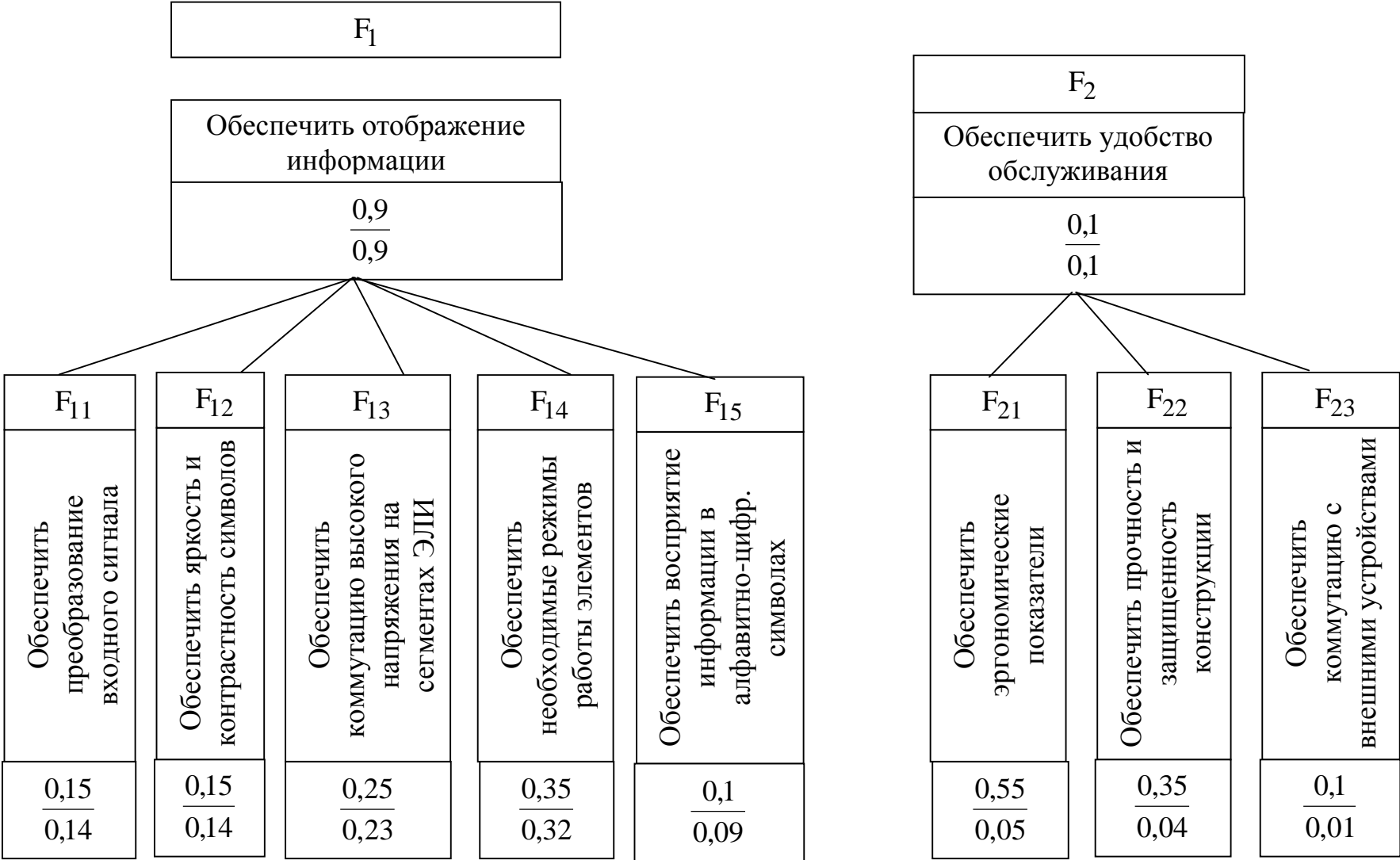


Рис. 5.2.2. Функциональная модель индикатора коллективного пользования:  
числитель – значимость функций ( $r_j$ )  
знаменатель – относительная важность функций ( $R_j$ ).

Таблица 5.2.2.

Затраты на реализацию функций компьютера коллективного пользования

Наименование материального носителя (МН)	Стоимость МН, руб.	Наименование функции	Индекс функции по ФМ	Вклад МН в выполнение функций по ФМ	Затраты на реализацию функций
1	2	3	4	5	6
Индикаторы ИЭЛ	90,6	Обеспечить восприятие информации в алфавитно-цифровых символах	F <sub>15</sub>	0,4	36,2
		Обеспечить яркость и контрастность символов	F <sub>12</sub>	0,3	27,2
		Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	0,3	27,2
Модуль питания	10,6	Обеспечить необходимые режимы работы элементов	F <sub>14</sub>	0,1	10,6
Дискретные элементы печатной платы	40,92	Обеспечить преобразование входного сигнала	F <sub>11</sub>	0,6	24,6
		Обеспечить яркость и контрастность символов	F <sub>12</sub>	0,25	10,2
		Обеспечить коммутацию высокого напряжения на сегментах ЭЛИ	F <sub>13</sub>	0,15	6,1
Каркас	1,65	Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	0,5	0,825
		Обеспечить прочность и защищенность конструкции	F <sub>22</sub>	0,5	0,825
Панели	2,01	Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	1,0	2,01
Крышки	3,17	Обеспечить прочность и защищенность конструкции	F <sub>22</sub>	1,0	3,17
Крепеж	1,23	Обеспечить прочность и защищенность конструкции	F <sub>22</sub>	1,0	1,23
Дискретные элементы органов управления	0,68	Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	0,7	0,48
		Обеспечить преобразование входного сигнала	F <sub>11</sub>	0,3	0,20
Разъемы	3,57	Обеспечить коммутацию с внешними устройствами	F <sub>23</sub>	1,0	3,57

Окончание табл. 5.2.2.

1	2	3	4	5	6
Соедините ли	2,19	Обеспечить необходимые режимы работы элементов	$F_{14}$	0,4	0,88
		Обеспечить коммутацию с внешними устройствами	$F_{23}$	0,6	1,31

**ВАРИАНТ 3**

Прибор для измерения температуры (ПИТ) предназначен для точного измерения в широких пределах температуры различных объектов и может быть рекомендован для использования, как в быту, так и на производстве.

Таблица 5.3.1.

## Техническое требование к ПИТ

Наименование параметров и показателей	Единица измерения	Значение
Параметры назначения		
1.Пределы измерения	$^{\circ}\text{C}$	От -50 до +99,9
2.Основная погрешность измерения	$^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,1$
3.Дополнительная погрешность (от смены датчиков)	$^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,1$
Показатели качества исполнения функций		
4.Наибольшая длина экранированного кабеля для соединения датчиков с прибором	м	До 300
5.Сопротивление каждого провода в кабеле	Ом	Не более 5
6.Потребляемая мощность	Вт	3
7.Масса	кг	Не более 0,6
8.Габаритные размеры	мм	180x120x60
9. Срок службы	лет	Не менее 5
Показатели внешней среды		
10.Температура окружающего воздуха	$^{\circ}\text{C}$	От -30 до +40
11.Атмосферное давление	кПа	86-106

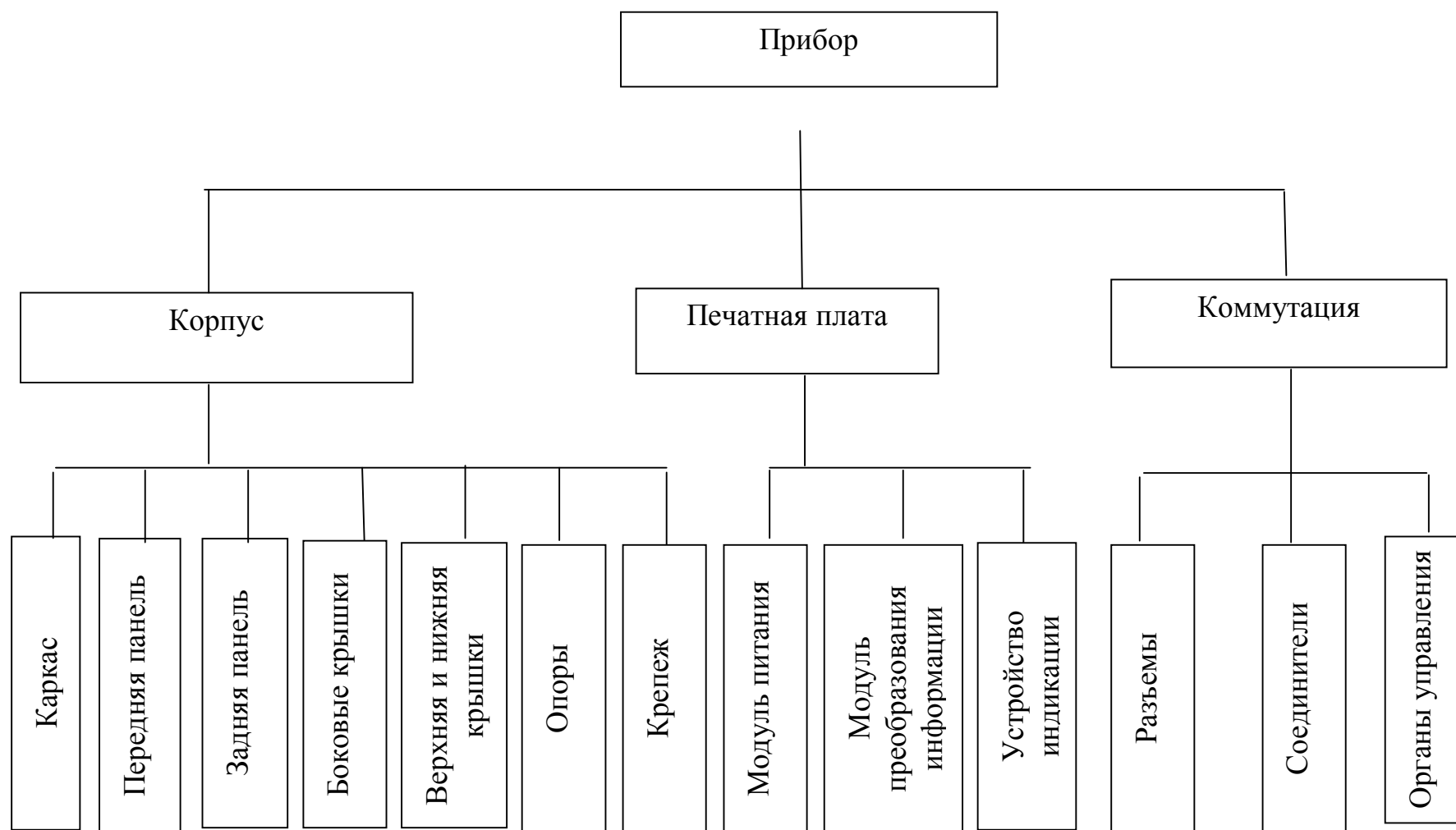


Рис. 5.3.1. Структурная модель прибора для измерения температуры



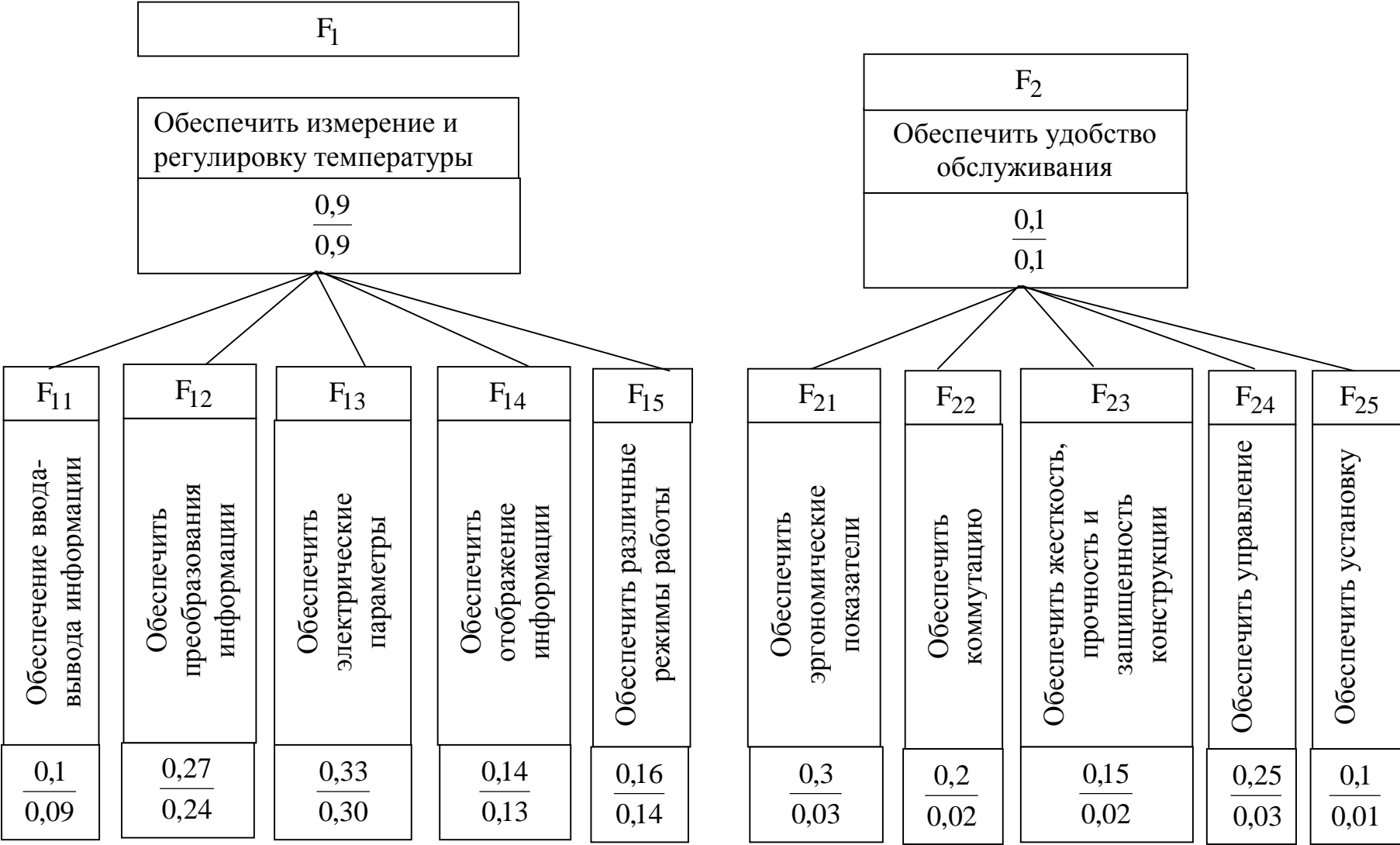


Рис. 5.3.2. Функциональная модель прибора для измерения температуры  
числитель – значимость функций ( $r_j$ )    знаменатель – относительная важность функций ( $R_j$ ).

Таблица 5.3.2

## Затраты на реализацию функций прибора для измерения температуры

Наименование материального носителя	Стоимость, руб.	Наименование функции	Индекс функции и по ФМ	Вклад МН в выполнение функций по ФМ	Затраты на реализацию функции
1	2	3	4	5	6
Каркас	0.95	Обеспечить жесткость, прочность и защищенность конструкции	F <sub>23</sub>	1.0	0.95
Передняя панель	2.9	Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	0.5	1.45
		Обеспечить управление	F <sub>24</sub>	0.5	1.45
Задняя панель	1.70	Обеспечить жесткость, прочность и защищенность конструкции	F <sub>23</sub>	1.0	1.7
Боковые крышки	3.02	Обеспечить жесткость, прочность и защищенность конструкции	F <sub>23</sub>	1.0	3.02
Верхняя и нижняя крышки	3.38	Обеспечить жесткость, прочность и защищенность конструкции	F <sub>23</sub>	1.0	3.38
Опоры	0.5	Обеспечить установку	F <sub>25</sub>	1.0	0.5
Крепеж	1.5	Обеспечить жесткость, прочность и защищенность конструкции	F <sub>23</sub>	1.0	1.5
Модуль питания	2.45	Обеспечить электрические параметры	F <sub>13</sub>	0.5	1.23
		Обеспечить различные режимы работы	F <sub>15</sub>	0.5	1.22
Модуль преобразования	3.00	Обеспечить преобразование информации	F <sub>12</sub>	0.6	1.8
		Обеспечить различные режимы работы	F <sub>15</sub>	0.4	1.2
Устройство индикации	4.15	Обеспечить отображение информации	F <sub>14</sub>	0.7	2.9
		Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	0,3	1,25
Разъемы	1,9	Обеспечить ввод-вывод информации	F <sub>11</sub>	0,2	0,4
		Обеспечить коммутацию	F <sub>22</sub>	0,8	1,5

Окончание табл. 5.3.2.

1	2	3	4	5	6
Соединители	2,3	Обеспечить ввод-вывод информации	F <sub>11</sub>	0,1	0,2
		Обеспечить электрические параметры	F <sub>13</sub>	0,3	0,7
		Обеспечить коммутацию	F <sub>22</sub>	0,6	1,4
Органы управления	0,82	Обеспечить различные режимы работы	F <sub>15</sub>	0,3	0,25
		Обеспечить управление	F <sub>24</sub>	0,3	0,25
		Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	0,4	0,32

**ВАРИАНТ 4**

Индикатор электронно-лучевой (ЭЛИ) предназначен для использования в качестве устройства отображения алфавитно-цифровой и графической информации.

Таблица 5.4.1

## Технические требования к ЭЛИ

Наименование параметров и показателей	Единица измерения	Значение
Параметры назначения		
1. Номинальный размер изображения	мм	303х404
2. Разрешающая способность совмещенного черно-белого изображения по горизонтали в центре	линий	не менее 450
Показатели качества исполнения функций		
3. Масса	кг	не более 20
4. Габаритные размеры	мм	445х510х460
5. Срок службы	лет	не менее 10
Показатели внешней среды		
6. Температура внешней среды	°С	20±10
7. Относительная влажность воздуха	%	65±20
8. Атмосферное давление	кПа	84-107

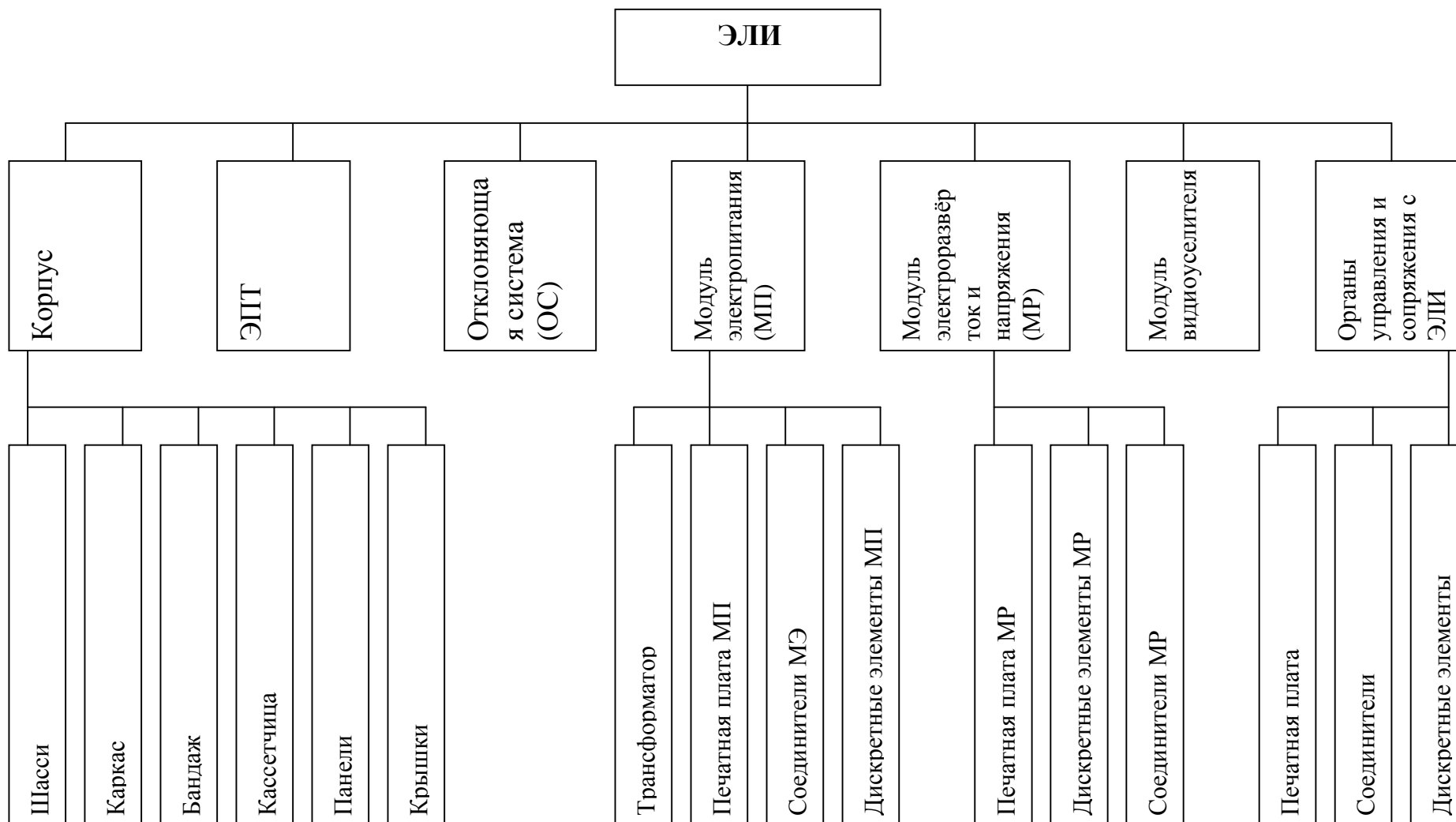


Рис.5.4.1. Структурная модель устройства электронно-лучевой индикации (ЭЛИ)

числитель – значимость функций ( $r_j$ );                      знаменатель – относительная важность функций ( $R_j$ ).

Таблица 5.4.2

## Затраты на реализацию функций ЭЛИ

Наименование материального носителя (МН)	Стоимость МН, руб.	Наименование функций	Индекс функций по ФМ	Вклад МН в выполнение функций по ФМ	Затраты на реализацию функций
ЭЛТ	410	Обеспечение восприятие информации в заданных режимах	F <sub>16</sub>	1,0	410
Отклоняющая система	39	Развертывать луч по горизонтали и вертикали	F <sub>112</sub>	0,8	31,2
		Обеспечить синхронизацию и знакогенерацию	F <sub>113</sub>	0,2	7,8
Модуль электропитания	58	Обеспечить питание ЭЛИ	F <sub>15</sub>	0,7	40,6
		Обеспечить восприятие информации в заданных режимах	F <sub>16</sub>	0,3	17,4
Модуль разверток и напряжений	69	Формировать ток пилообразной формы	F <sub>111</sub>	0,5	34,5
		Развертывать луч по горизонтали и вертикали	F <sub>112</sub>	0,5	34,5
Модуль видео-усилителя	51	Усиливать сигнал	F <sub>13</sub>	0,5	25,5
		Преобразовать входной сигнал	F <sub>12</sub>	0,3	15,3
		Модулировать электронный луч	F <sub>14</sub>	0,2	10,2
Корпус	67	Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	0,5	33,5
		Обеспечить жесткость и защищенность конструкции	F <sub>22</sub>	0,5	33,5
Органы управления и сопряжения ЭЛИ	7,3	Обеспечить восприятие информации в заданных режимах	F <sub>16</sub>	0,6	4,4
		Обеспечить коммутацию с внешними устройствами	F <sub>23</sub>	0,4	2,9

### **ВАРИАНТ 5**

Индикатор (панель) коллективного пользования (ИКП) представляет собой автономное устройство, выполненное на электролюминесцентных индикаторах. Он предназначен для считывания алфавитно–цифровой информации.

Таблица 5.5.1

#### Технические требования к ИКП

Наименования параметров и показателей	Единица измерения	Значения
Параметры назначения		
1. Расстояние считывания информации	м	До 15
2. Высота символов	см	13,2
Показатели качества исполнения функций		
3. Тип индикатора	-	ИЭ Л-120
4. Напряжение питания	В	220
5. Потребляемая мощность	Вт	Не более 55
6. Масса	кг	7
7. Габаритные размеры	мм	140x700x110
8. Срок службы	лет	Не менее 8
Показатели внешней среды		
9. Температура окружающего воздуха	<sup>0</sup> С	От -30 до +45
10. Атмосферное давление	кПА	78-110
11. Относительная влажность воздуха	%	55±25

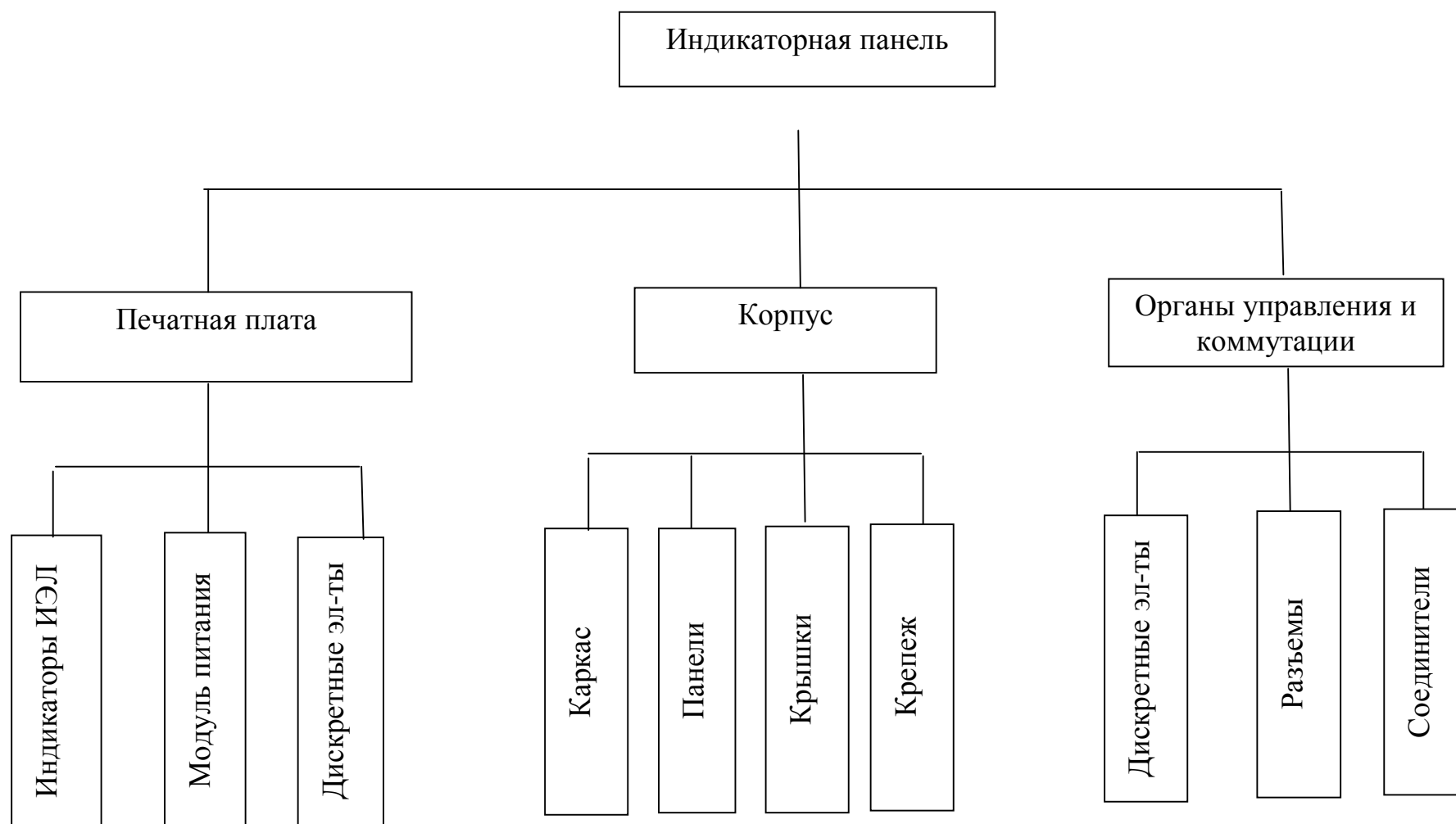


Рис. 5.5.1. Структурная модель индикатора коллективного пользования



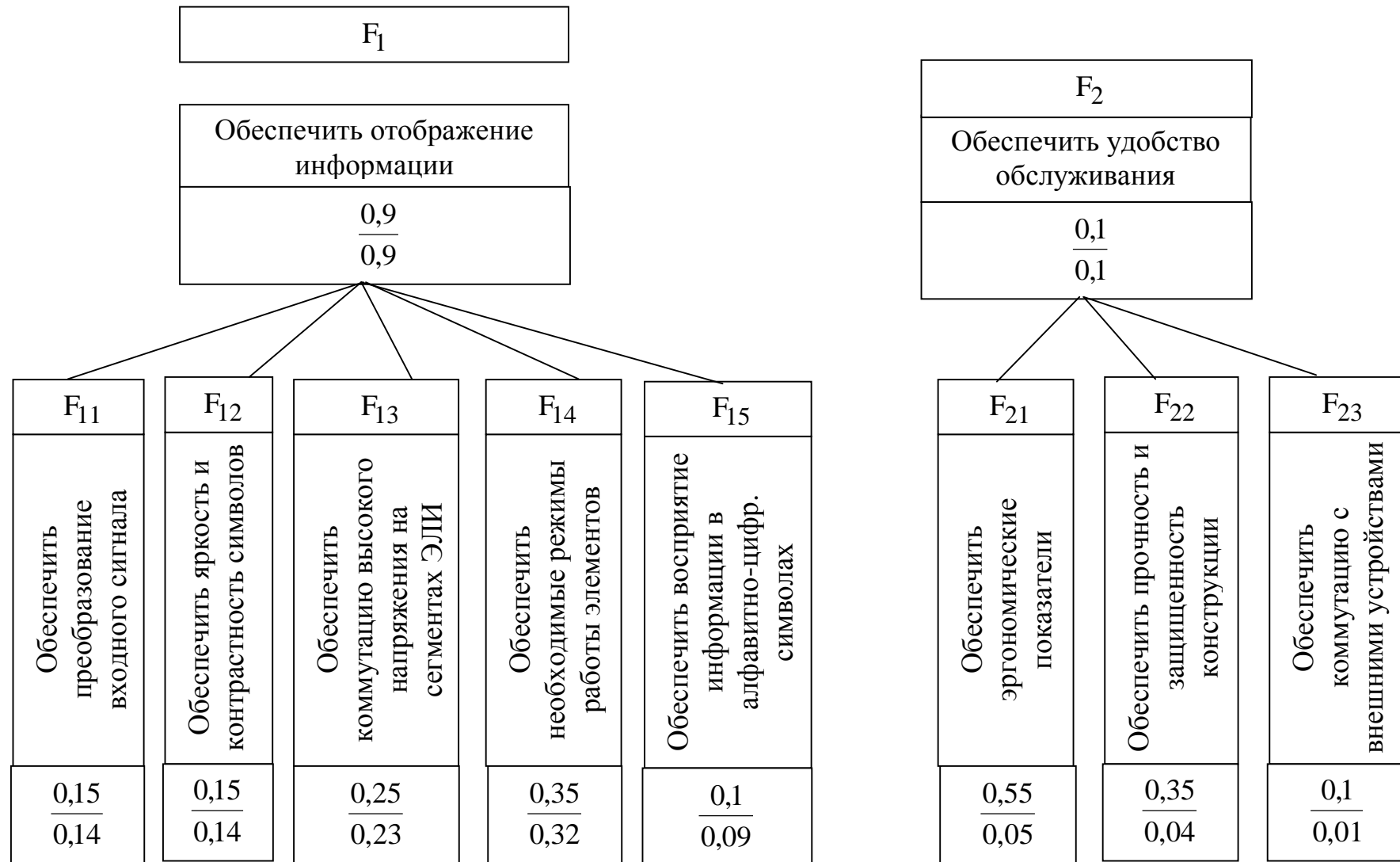


Рис. 5.5.2. Функциональная модель индикатора коллективного пользования:

числитель – значимость функций ( $r_j$ )

знаменатель – относительная важность функций ( $R_j$ ).

Таблица 5.5.2

Затраты на реализацию функций индикатора коллективного пользования

Наименование материального носителя (МН)	Стоимость МН, руб.	Наименование функций	Индекс функций по ФМ	Вклад МН в выполнение функций по ФМ	Затраты на реализацию функций
1	2	3	4	5	6
Индикаторы ИЭЛ	125,3	Обеспечить восприятие информации в алфавитно-цифровых символах	F <sub>15</sub>	0,4	50,1
		Обеспечить яркость и контрастность символов	F <sub>12</sub>	0,3	37,6
		Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	0,3	37,6
Модуль питания	12,4	Обеспечить необходимые режимы работы элементов	F <sub>14</sub>	1,0	12,4
Дискретные элементы печатной платы	44,9	Обеспечить преобразование входного сигнала	F <sub>11</sub>	0,6	26,9
		Обеспечить яркость и контрастность символов	F <sub>12</sub>	0,25	11,2
		Обеспечить коммутацию высокого напряжения на сегментах ЭЛИ	F <sub>13</sub>	0,15	6,8
Каркас	1,86	Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	0,5	0,93
		Обеспечить прочность и защищенность конструкции	F <sub>22</sub>	0,5	0,93
Панели	3,60	Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	1,0	3,60
Крышки	3,20	Обеспечить прочность и защищенность конструкции	F <sub>22</sub>	1,0	3,20
Крепеж	1,23	Обеспечить прочность и защищенность конструкции	F <sub>22</sub>	1,0	1,23
Дискретные элементы органов управления	1,28	Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	0,7	0,9
		Обеспечить преобразование сигнала	F <sub>11</sub>	0,3	0,38
Разъемы	3,57	Обеспечить коммутацию с внешними устройствами	F <sub>23</sub>	1,0	3,57

Окончание табл. 5.5.2

1	2	3	4	5	6
Соединит ели	2,19	Обеспечить необходимый режимы работы элементов	$F_{14}$	0,4	0,88
		Обеспечить коммутацию с внешними устройствами	$F_{23}$	0,6	1,31

**ВАРИАНТ 6**

Прибор для измерения температуры (ПИТ) предназначен для точного измерения в широких пределах температуры различных объектов и может быть рекомендован для использования как в быту, так и на производстве.

Таблица 5.6.1

## Техническое требование к ПИТ

Наименование параметров и показателей	Единица измерения	Значение
Параметры назначения		
1.Пределы измерения	$^{\circ}\text{C}$	От $-65$ до $+110$
2.Основная погрешность измерения	$^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,15$
3.Дополнительная погрешность (от смены датчиков)	$^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,1$
Показатели качества исполнения функций		
4.Наибольшая длина экранированного кабеля для соединения датчиков с прибором	м	420
5.Сопротивление каждого провода в кабеле	Ом	Не более 8
6.Потребляемая мощность	Вт	12
7.Масса	кг	Не более 1,2
8.Габаритные размеры	мм	180x120x60
9. Срок службы	лет	Не менее 8
Показатели внешней среды		
10.Температура окружающего воздуха	$^{\circ}\text{C}$	От $-40$ до $+50$
11.Атмосферное давление	кПа	86-106

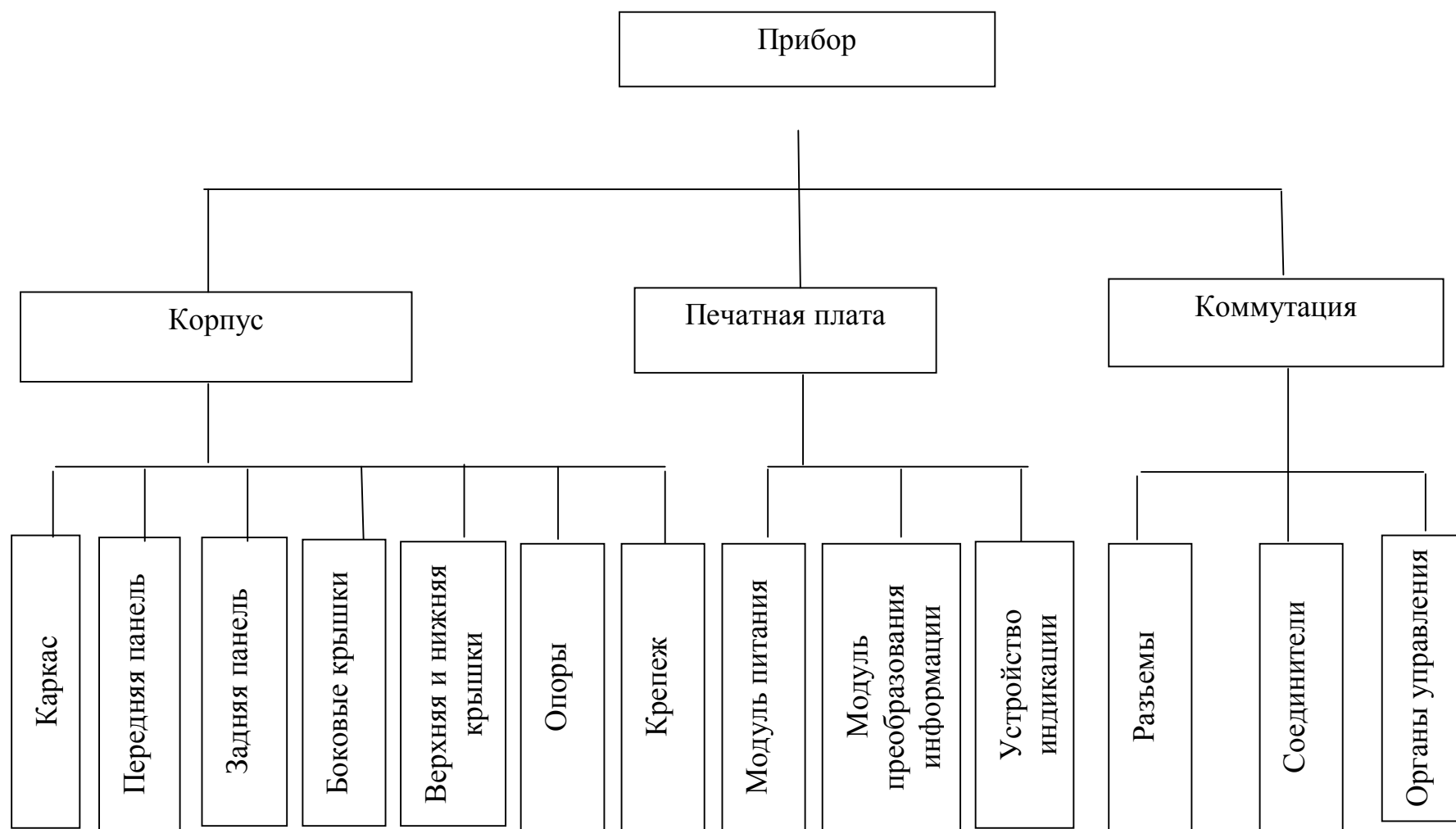


Рис. 5.6.1. Структурная модель прибора для измерения температуры

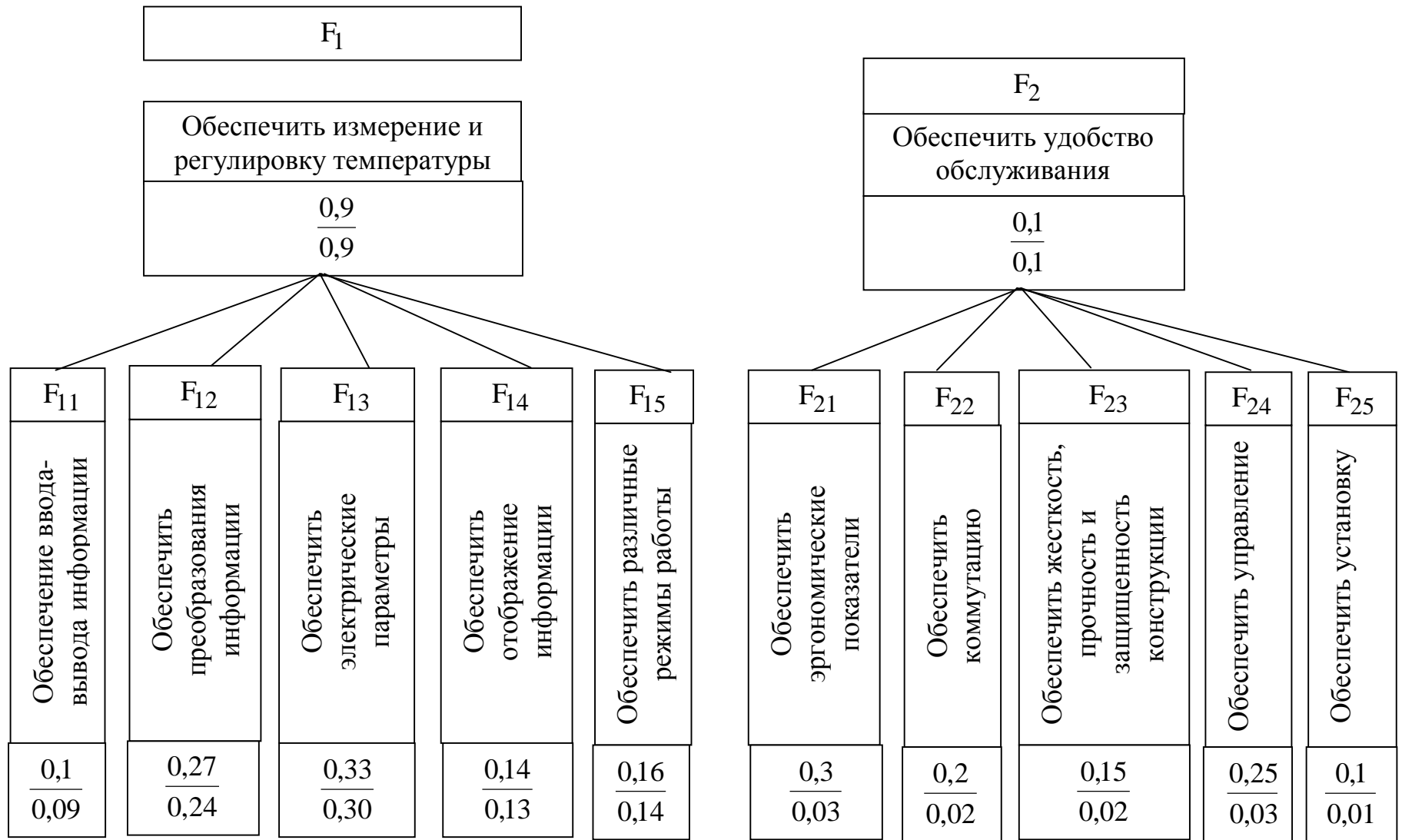


Рис. 5.6.2. Функциональная модель прибора для измерения температуры  
 числитель – значимость функций ( $r_j$ )      знаменатель – относительная важность функций ( $R_j$ ).

Таблица 5.6.2.

Затраты на реализацию функций прибора для измерения температуры

Наименование материального носителя (МН)	Стоимость МН, руб.	Наименование функции	Индекс функции по ФМ	Вклад МН в выполнение функций по ФМ	Затраты на реализацию функций
1	2	3	4	5	6
Каркас	0.95	Обеспечить жесткость, прочность и защищенность конструкции	F <sub>23</sub>	1.0	0.95
Передняя панель	3.42	Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	0.5	1.71
		Обеспечить управление	F <sub>24</sub>	0.5	1.71
Задняя панель	1.70	Обеспечить жесткость, прочность и защищенность конструкции	F <sub>23</sub>	1.0	1.7
Боковые крышки	3.02	Обеспечить жесткость, прочность и защищенность конструкции	F <sub>23</sub>	1.0	3.02
Верхняя и нижняя крышки	3.38	Обеспечить жесткость, прочность и защищенность конструкции	F <sub>23</sub>	1.0	3.38
Опоры	0.5	Обеспечить установку	F <sub>25</sub>	1.0	0.5
Крепеж	1.5	Обеспечить жесткость, прочность и защищенность конструкции	F <sub>23</sub>	1.0	1.5
Модуль питания	4.26	Обеспечить электрические параметры	F <sub>13</sub>	0.5	2.23
		Обеспечить различные режимы работы	F <sub>15</sub>	0.5	2.23
Модуль преобразова ния	3.35	Обеспечить преобразование информации	F <sub>12</sub>	0.6	2.01

		Обеспечить различные режимы работы	F <sub>15</sub>	0.4	1.34
Устройство индикации	3.90	Обеспечить отображение информации	F <sub>14</sub>	0.7	2.73
		Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	0,3	1,17

Окончание табл. 5.6.2.

1	2	3	4	5	6
Разъемы	1,9	Обеспечить ввод-вывод информации	F <sub>11</sub>	0,2	0,4
		Обеспечить коммутацию	F <sub>22</sub>	0,8	1,5
Соединители	2,3	Обеспечить ввод-вывод информации	F <sub>11</sub>	0,1	0,2
		Обеспечить электрические параметры	F <sub>13</sub>	0,3	0,7
		Обеспечить коммутацию	F <sub>22</sub>	0,6	1,4
Органы управления	1,08	Обеспечить режимы работы	F <sub>15</sub>	0,3	0,32
		Обеспечить управление	F <sub>24</sub>	0,3	0,32
		Обеспечить эргономические показатели	F <sub>21</sub>	0,4	0,44

#### 4.6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается сущность метода ФСА?
2. В чем заключается отличие ФСА от других методов технико-экономического анализа?
3. Какие задачи решают с помощью ФСА?
4. В чем основные отличия функционального подхода от структурного?
5. Какие методические разновидности ФСА используются на различных этапах жизненного цикла объектов?
6. Какие этапы и виды работ предусматриваются методикой ФСА и в сфере производства?
7. Что такое структурная модель объекта?
8. Как осуществляется выбор первоочередных зон анализа объекта?
9. Что такое функциональная модель объекта?
10. Что понимается в ФСА под функцией?
11. Какие разновидности функций вы знаете?

12. Чем отличаются внешние и внутренние функции?
13. В чем отличие основной и вспомогательной функции?
14. Какое назначение главных и вспомогательных функций?
15. Как определяются затраты, приходящиеся на функции?
16. Как оценить значимость и относительную важность функций?
17. Что такое функционально-стоимостная модель объекта?
18. Как строится функционально-стоимостная диаграмма объекта?
19. Какие используются методы и направления для технико-экономической оптимизации технических объектов?