

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автоматизированные системы управления»

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Методические рекомендации к самостоятельной работе
для студентов специальности
1-53 01 02 «Автоматизированные системы обработки информации»
заочной формы обучения*



Могилев 2022

УДК 004.35: 004.3
ББК 32.973.202-04
И 45

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Автоматизированные системы управления»
«16» февраля 2022 г., протокол № 8

Составитель канд. техн. наук, доц. И. В. Акиншева

Рецензент канд. техн. наук, доц. В. В. Кутузов

Изложены рекомендации по решению задач к контрольной работе, приведены примеры решения задач, а также учебно-методическая литература. Предназначены для выполнения самостоятельной работы студентами специальности 1-53 01 02 заочной формы обучения.

Учебно-методическое издание

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Ответственный за выпуск	А. И. Якимов
Корректор	Т. А. Рыжикова
Компьютерная верстка	М. М. Дударева

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 26 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2022

Содержание

Введение.....	4
1 Функционально-стоимостный анализ в модулях проектирования и конструирования ERP-систем.....	5
2 Выбор ресурсосберегающей технологии производства на промышленном предприятии.....	16
3 Моделирование оптимального размера партии поставки при формировании запасов на предприятии в ERP-системах.....	24
4 Распределение информационных потоков при автоматизированном управлении документооборотом.....	27
5 Содержание аудиторной контрольной работы.....	30
Список литературы.....	31

Введение

Цель учебной дисциплины состоит в формировании у студента знаний, умений, навыков, необходимых при проектировании, реализации, внедрении, эксплуатации автоматизированных систем управления предприятием.

Задачами учебной дисциплины являются формирование компетенций для работы с современными компьютерными технологиями, предназначенными для создания и эксплуатации автоматизированных систем управления предприятием, а также владение методами построения, технологиями разработки и многомерного анализа автоматизированных систем управления.

Методические рекомендации предназначены для помощи студентам заочной формы обучения в подготовке к аудиторной контрольной работе по дисциплине «Интегрированные информационные системы предприятия».

В методических рекомендациях для изучения представлены сведения о функционально-стоимостном анализе, выборе ресурсосберегающей технологии производства, моделировании оптимального размера партии поставки при формировании запасов на предприятии в ERP-системах (Enterprise Resource Planning).

При программной реализации методов требуется знание математики и объектно-ориентированного программирования.

1 Функционально-стоимостный анализ в модулях проектирования и конструирования ERP-систем

Теоретические сведения

Функционально-стоимостный анализ (ФСА) – 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 ее производство и эксплуатацию, обеспечивая наилучшие соотношения между ними. Используется в модулях «Планирование проектов и программ» с вводимой функцией прогнозирования в ERP-системах.

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 путем выбора такой конструкции, которая позволяла бы сократить совокупные затраты при одновременном сохранении или повышении качества продукции в пределах ее 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 приближенную оптимизацию с использованием относительно простых алгоритмов, предусматривающих комплексную поэтапную технико-экономическую оценку решений с учетом 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 учетом значимости и важности, находить технические решения, укладывающиеся в заданные допуски по стоимости и качеству.

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

В настоящее время широко используются три формы ФСА:

1) творческая (на стадиях НИР и ОКР);

2) корректирующая (на стадиях КПП, ТПП, отработки в опытном производстве (ООП), организационной подготовки производства (ОПП));

3) 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 (SM) 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 определенной степенью упрощения «скелет» изделия, его обобщенный вид. Однако следует отметить, что SM не дает полного представления о связях и отношениях, возникающих в изделии при его функционировании. Она отражает только наиболее устойчивые 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.

Расчет 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 расчета по статьям калькуляции. Рекомендуются расчет 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 расчета 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 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 путем их формулировки и установления порядка подчинения. Каждая функция имеет свой материальный носитель и свой индекс, отражающий принадлежность к определенному уровню ФМ и порядковый номер.

Под функцией понимается проявление свойств изделия (объекта) в определенной 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 четвёр-

том и т. д.) уровнях располагаются вспомогательные функции, которые обеспечивают основные.

Независимо 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 – 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 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 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:

$$\sum_{j=1}^k r_j = 1, \quad (1.1)$$

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:

$$R_j^i = \prod_i^{G-i} r_j^i, \quad (1.2)$$

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 путем 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 S_F определяются затратами на создание соответствующего МНФ. Расчет затрат осуществляется по формуле

$$S_{F.i} = \sum_{j=1}^m S_{\text{мнф}.j}, \quad (1.3)$$

где $S_{\text{мнф}.j}$ – затраты (себестоимость) j -го МНФ, р.;
 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 a_{ij} МНФ в реализации данных функций. Затраты на i -ю МНФ определяются по формуле

$$S_{F.i} = \sum_{j=1}^m a_{ij} \cdot S_{\text{мнф}.j}. \quad (1.4)$$

После определения относительной важности каждой функции и относительной величины затрат строится ФСД. Это совмещенный график, наглядно показывающий соответствие относительной важности функции $R_{F.i}$ – квадрант над осью абсцисс и относительной величины затрат на эту функцию $S_{F.i}$ – квадрант под осью абсцисс.

Сопоставление верхней и нижней частей диаграммы по каждой из функций, отраженных на оси абсцисс X , позволяет выявить диспропорции в изделии и степень удовлетворения одного из важнейших принципов ФСА: соответствия важности функций для потребителя затрат на ее реализацию в сфере производства и эксплуатации.

Пример – Выполнить корректирующую форму функционально-стоимостного анализа технического объекта на примере трансформатора, построить диаграмму Парето и ФСД.

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 различного назначения, в усилителях и генераторах низкой частоты в качестве междукаскадных и выходных, в цепях высокочастотных контуров, приемно-усилительных устройств и других схемах. Мощность, габариты, размеры и масса различных трансформаторов варьируются в широких пределах. Технические характеристики трансформатора представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Технические характеристики трансформатора (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 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 (рисунок 1.1).

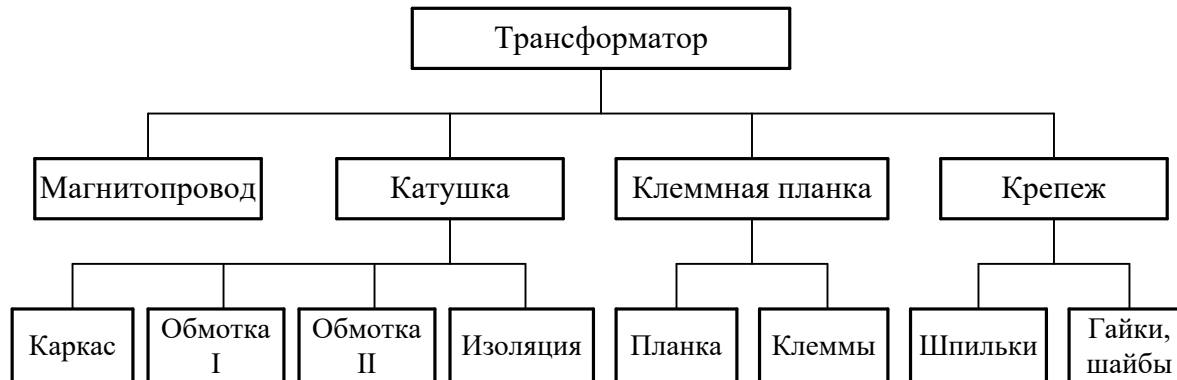


Рисунок 1.1 – Структурная модель трансформатора

3 Расчет затрат на МНФ трансформатора. Расчет ведется в табличной форме (таблица 1.2) одним из методов.

4 Построение диаграммы Парето. Диаграмма строится на основе СМ (рисунок 1.2) и расчета затрат на МНФ трансформатора (таблица 1.2), представлена на рисунке 1.2 Из рисунка 1.2 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 ABC наиболее дорогостоящие элементы (обмотка I и магнитопровод) подвергаются наиболее тщательному анализу и в первую очередь.

Таблица 1.2 – Расчет затрат и удельного веса затрат по каждому МНФ исходя из общих затрат на изделие

Наименование показателя	Элемент (МНФ) трансформатора									
	Магнито-провод	Каркас катушки	Обмотка I	Обмотка II	Изоляция	Планка	Клеммы	Шпильки	Гайки, шайбы	Трансформатор
1 Затраты, тыс. р.	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	–

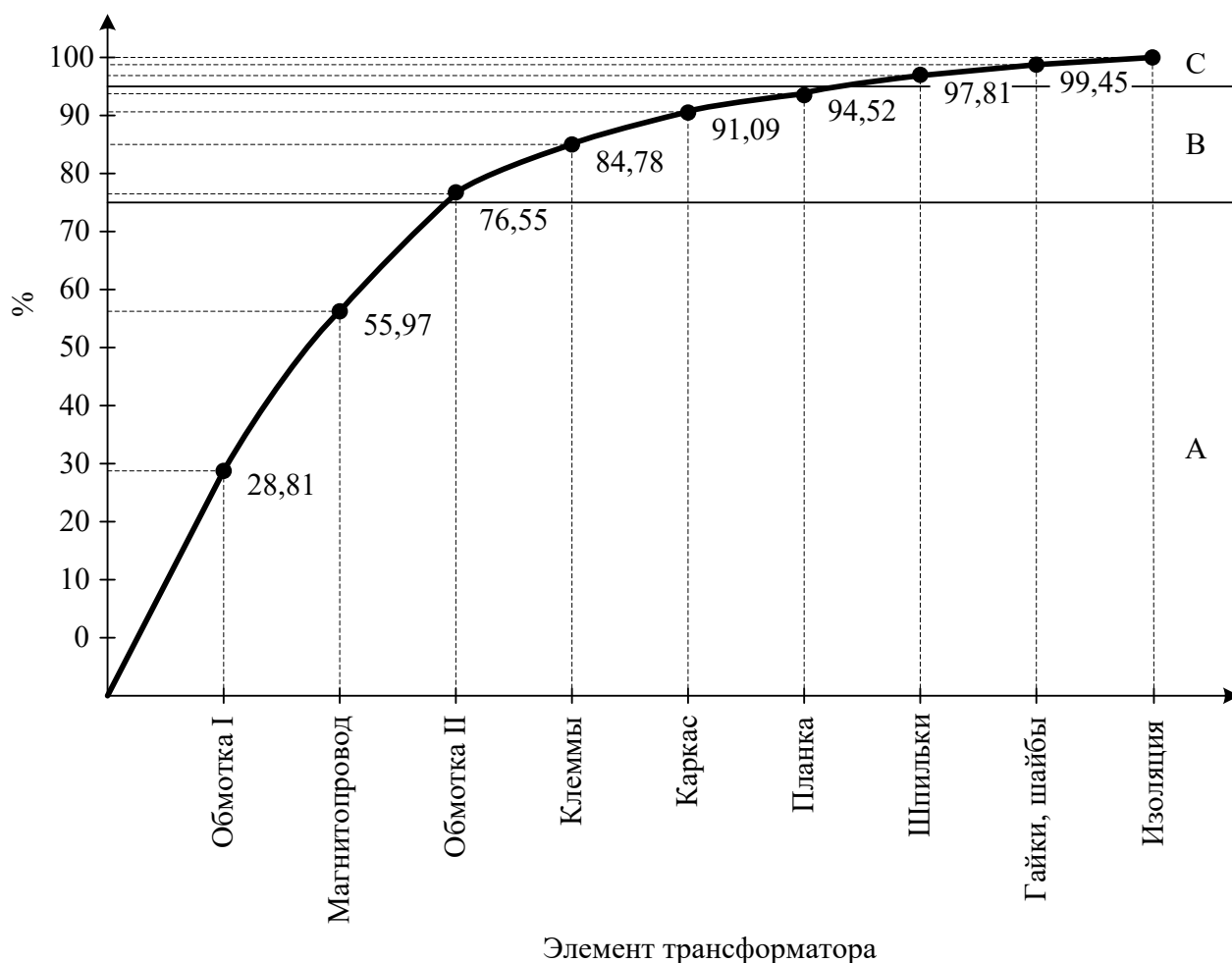


Рисунок 1.2 – Диаграмма Парето на трансформатор

5 Разработка функциональной модели трансформатора. ФМ трансформатора строится в соответствии с приведенной выше классификацией функций, начиная с верхнего уровня (рисунок 1.3).

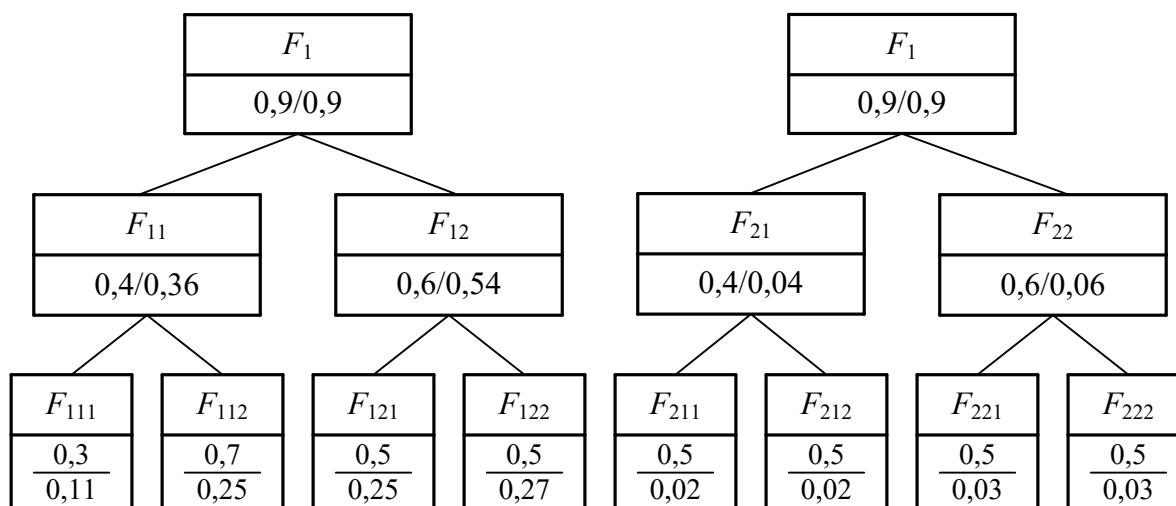


Рисунок 1.3 – Функциональная модель трансформатора: числитель – значимость функции r_j ; знаменатель – относительная важность R_j .

6 Определение значимости j -й функции (r_j) и относительной важности функции R_j любого уровня производится по формулам (1.1) и (1.2).

Как правило, для определения функций МНФ, установления значимости, а также расчета затрат на каждую функцию составляется таблица (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Определение функций, установление значимости и расчет затрат на каждую функцию, исходя из затрат на МНФ

Наименование МНФ	Затраты на один МНФ, р.	Наименование функций трансформатора	Индекс функции	Значимость функции	Затраты на одну функцию, р.
1 Трансформатор	7290	1 Обеспечивает преобразование напряжения	F_1	0,9	6561
		2 Обеспечивает удобство эксплуатации	F_2	0,1	729
2 Катушка	4100	1 Обеспечивает работу трансформатора	F_{11}	0,4	1640
		2 Обеспечивает преобразование напряжения	F_{12}	0,6	2460
3 Крепёж	360	1 Обеспечивает жесткость и надежность	F_{21}	1,0	360
4 Клеммная планка	850	1 Обеспечивает коммутацию и жесткость конструкции	F_{22}	1,0	850
5 Магнитопровод	1980	1 Обеспечивает замыкание магнитного потока	F_{111}	0,3	594
		2 Обеспечивает режим преобразования напряжения	F_{112}	0,7	1386

Окончание таблицы 1.3

Наименование МНФ	Затраты на один МНФ, р.	Наименование функций трансформатора	Индекс функции	Значимость функции	Затраты на одну функцию, р.
6 Обмотка I	2100	1 Обеспечивает режим преобразования напряжения	F_{112}	0,5	1050
		2 Создает первичный магнитный поток	F_{121}	0,5	1050
7 Обмотка II	1500	1 Обеспечивает режим преобразования напряжения	F_{112}	0,5	750
		2 Обеспечивает продукцию	F_{122}	0,5	750
8 Каркас катушки	460	1 Обеспечивает несущую конструкцию обмоток для обеспечения эксплуатации	F_{222}	1,0	460
9 Изоляция	40	1 Обеспечивает надежность прохождения тока	F_{212}	1,0	40
10 Шпильки	240	1 Обеспечивает жесткость конструкции	F_{211}	1,0	240
11 Гайки, шайбы	120	1 Обеспечивают жесткость конструкции	F_{211}	1,0	120
12 Планка	250	1 Обеспечивает коммутацию	F_{221}	1,0	250
13 Клеммы	600	1 Обеспечивает коммутацию	F_{221}	1,0	600

Оценка относительной важности функций ведется последовательно по уровням ФМ (см. рисунок 1.3).

7 Функционально-структурное моделирование. ФСМ строится путем совмещения структурной модели (см. рисунок 1.1) и функциональной модели (см. рисунок 1.3). Распределение затрат по функциям производится по формулам (1.3) и (1.4) ФСМ и распределение затрат по функциям.

8 Построение функционально-стоимостной диаграммы (ФСД) представлено на рисунке 1.4.

Из рисунка 1.4 видно значительное превышение затрат (0,44) по функции F_{112} над относительной важностью функции (0,25) и по функциям F_{211} , F_{221} и F_{222} . Именно эти функции и их МНФ должны быть подвергнуты наиболее тщательному и в первую очередь анализу.

Задания для самостоятельной работы

В таблице 1.5 представлены варианты затрат на материальные носители функций трансформатора, а в таблице 1.6 – значимость функций по вариантам. Вариант выбирается по последнему номеру студента.

Необходимо построить диаграмму Парето, функционально-стоимостную модель и функционально-стоимостную диаграмму.

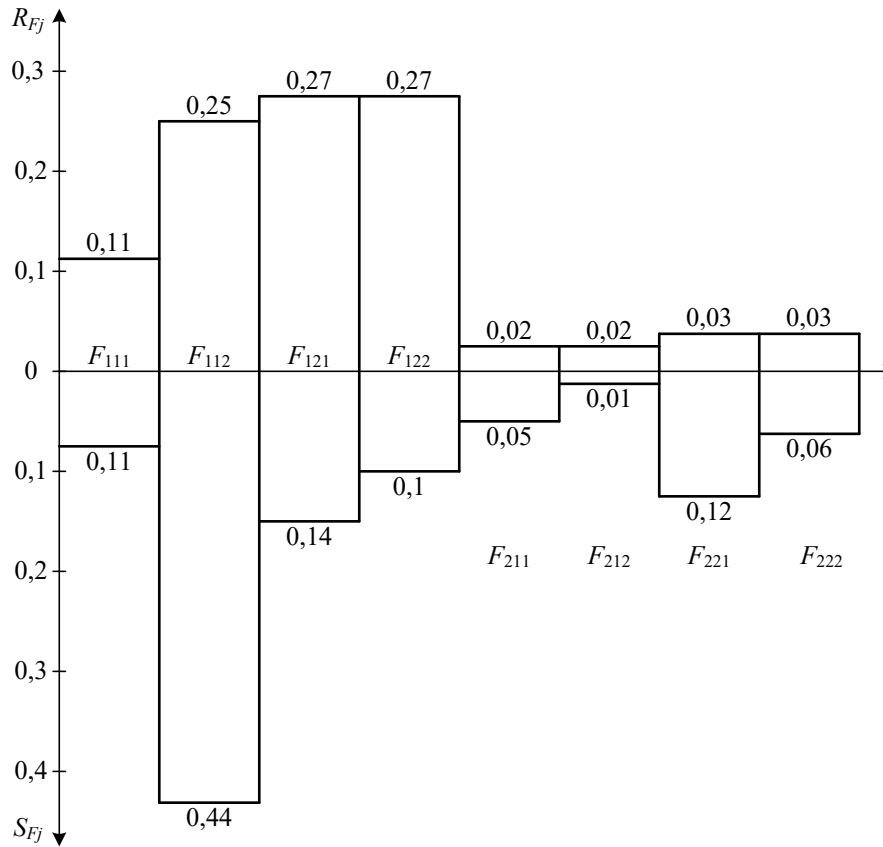


Рисунок 1.4 – Общий вид ФСД трансформатора

Таблица 1.5 – Затраты на материальные носители функций по вариантам

Наименование МНФ	Индекс функции	Затраты на 1 МНФ по вариантам					
		1	2	3	4	5	6
1 Трансформатор	F_1 F_2	6150	6650	7100	7600	8150	8600
2 Катушка	F_{11} F_{12}	2950	3350	3700	4050	4400	4700
3 Крепеж	F_{21}	650	650	650	650	650	650
4 Клеммная планка	F_{22}	650	700	750	800	900	950
5 Магнитопровод	F_{111} F_{112}	1900	1950	2000	2100	2200	2300
6 Обмотка I	F_{112} F_{221}	1500	1700	1900	2000	2100	2200
7 Обмотка II	F_{221} F_{221}	1000	1200	1300	1500	1700	1900
8 Каркас катушки	F_{222}	400	400	450	450	500	500
9 Изоляция	F_{212}	50	50	50	100	100	100
10 Шпильки	F_{211}	500	500	450	450	400	400
11 Гайки, шайбы	F_{211}	150	150	200	200	250	250
12 Планка	F_{221}	200	200	200	200	250	250
13 Клеммы	F_{221}	450	500	550	600	650	700

Таблица 1.6 – Значимость функций по вариантам

Индекс функции	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
F_1	0,85	0,87	0,90	0,92	0,91	0,93
F_2	0,15	0,13	0,10	0,08	0,09	0,07
F_{11}	0,40	0,45	0,50	0,50	0,45	0,50
F_{12}	0,60	0,55	0,50	0,50	0,55	0,50
F_{21}	0,40	0,40	0,45	0,45	0,50	0,40
F_{22}	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50	0,60
F_{111}	0,30	0,35	0,40	0,40	0,50	0,45
F_{112}	0,70	0,65	0,60	0,60	0,50	0,55
F_{121}	0,50	0,40	0,40	0,45	0,45	0,40
F_{122}	0,50	0,60	0,60	0,55	0,55	0,60
F_{211}	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
F_{212}	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
F_{221}	0,50	0,40	0,40	0,40	0,50	0,40
F_{222}	0,50	0,60	0,60	0,60	0,50	0,60

2 Выбор ресурсосберегающей технологии производства на промышленном предприятии

Теоретические сведения

Технологический процесс изготовления изделия (детали, узла) представляет собой строго определённую совокупность выполненных в заданной последовательности технологических операций. Эти операции меняют форму, размер и другие свойства детали, а также ее состояние или взаимное расположение отдельных элементов. Одна и та же операция может производиться многими способами на различном оборудовании. Поэтому выбор ресурсосберегающего технологического процесса заключается в оптимизации каждой операции по минимуму потребления материальных, трудовых, энергетических ресурсов.

Важным показателем экономичности названных ресурсов является снижение себестоимости (экономия ресурсов), связанное с применением лучшего технологического процесса.

Для определения снижения себестоимости необходимо выполнить расчет себестоимости для каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса. Расчет полной себестоимости продукции при применении каждого из вариантов сложен, требует большого количества исходных данных и времени. Для упрощения расчетов экономии предоставляется возможность без ущерба для точности определять и сопоставлять не полную, а так называемую технологическую себестоимость, которая включает только те элементы затрат на изготовление изделия, величина которых различна для сравниваемых вариантов. Элементы себестоимости, которые для этих процессов одинаковы или изменяются незначительно, в расчет не включаются. Таким образом, технологическая себестоимость – это условная себестоимость, состав ее статей непостоянен

и устанавливается в каждом отдельном случае.

Сопоставление вариантов технологической себестоимости дает представление об экономичности каждого из них. Следует отметить, что величина технологической себестоимости изготовления отдельных изделий (деталей, узлов) в значительной мере зависит от объема производства. Следовательно, все затраты на изготовление изделий по степени их зависимости от объема производства целесообразно подразделять на переменные P_p , годовая величина которых изменяется прямо пропорционально годовому объему выпуска продукции N , и условно-постоянные P_v , годовая величина которых не зависит от изменения объема производства.

К переменным затратам относятся:

- затраты на основные материалы за вычетом реализуемых отходов P_m ;
- затраты на топливо, предназначенное для технологических целей P_{mm} ;
- затраты на различные виды энергии, предназначенной для технологических целей $P_{mэ}$;
- затраты на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями в фонд социальной защиты населения $P_з$;
- затраты, связанные с эксплуатацией универсального технологического оборудования $P_{об}$;
- затраты, связанные с эксплуатацией инструмента и универсальной оснастки P_u .

К условно-постоянным затратам относятся:

- затраты, связанные с эксплуатацией оборудования, оснастки и инструмента, специально сконструированных для осуществления технологического процесса по данному варианту $P_{с.об}$;
- затраты на оплату подготовительно-заключительного времени $P_{н.з}$.

Общая формула технологической себестоимости $(i - j)$ -й операции имеет следующий вид:

$$C_m = P_p \cdot N + P_v. \quad (2.1)$$

Подставив соответствующие значения переменных и условно-постоянных расходов в формулу (3.1), получим

$$C_m = (P_m + P_{mm} + P_{mэ} + P_з + P_{об} + P_u) \cdot N + (P_{с.об} + P_{н.з}). \quad (2.2)$$

После определения технологической себестоимости по вариантам (если не более двух вариантов) для каждого из них устанавливаем годовой объем производства N , при котором сравниваемые варианты экономически равноценны.

Для этого решаем систему уравнений относительно объема производства N :

$$\begin{cases} C_{m1} = P_{p1} \cdot N + P_{v1}; \\ C_{m2} = P_{p2} \cdot N + P_{v2}. \end{cases} \quad (2.3)$$

При $C_{m1} = C_{m2}$ получим

$$N_{кр} = \frac{P_{v2} - P_{v1}}{P_{p2} - P_{p1}}. \quad (2.4)$$

Эту величину годового объема производства продукции принято называть критической. Если такое сопоставление вариантов технологического процесса выполнить графически, то станет очевидно, что критический объем производства продукции является абсциссой точки пересечения двух прямых с начальными ординатами P_{v1} и P_{v2} , выраженных для каждого варианта уравнением его технологической себестоимости.

Определение абсциссы этой «критической точки» служит, таким образом, завершающим этапом технико-экономических расчетов, устанавливающих области наиболее целесообразного применения каждого из сопоставимых вариантов, ограничиваемые определенными размерами программ N .

В случае, если необходимо сделать выбор технологического процесса не из двух вариантов, а из трех, четырех и т. д., строится ориентированный граф, дуги которого представляют технологические операции. Любой вершине графа соответствует множество входящих и выходящих из нее дуг. Для оценки использования ресурсов при возможных вариантах изготовления детали (изделия) вводится целевая функция C_o , т. е. сумма технологических себестоимостей по каждой из запроектированных операций с тем, чтобы их сумма была минимальной.

$$C_m = \sum_{i=1}^m C_{ij} \rightarrow \min. \quad (2.5)$$

Таким образом, выбор оптимального варианта технологического процесса можно свести к выбору маршрута в заданном ориентированном графе, имеющем минимальную суммарную технологическую себестоимость.

Пример – Осуществить выбор ресурсосберегающего технологического процесса, состоящего из пяти операций (таблица 2.1), каждую из которых можно выполнить двумя способами. Для этого рассчитаем объем производства по каждой операции, при котором сравниваемые варианты экономически равноценны, построим графики изменения технологической себестоимости с минимальными затратами используемых ресурсов.

Заданная программа $N = 800$ шт.

Таблица 2.1 – Технологический процесс изготовления пассивной части тонкопленочных структур

Варианты технологии	P_p , р./шт.	P_v , р./год
1 Изготовление паст Вариант А Вариант Б	0,15 0,12	120 150
2 Графаретная печать Бесконтактный метод Контактный метод	0,20 0,15	170 200
3 Термообработка паст В пачках под инфракрасными лучами В муфельных печах непрерывного действия	0,12 0,07	250 300
4 Подгонка толстоплёночных элементов Лазерный метод Подгонка анодированием	0,35 0,25	310 350
5 Защита толстоплёночных элементов	0,19	120

Расчет критического объема выпуска продукции по первой операции «Изготовление паст» произведем согласно выражению (2.5):

$$N_{кр} = \frac{P_{v2} - P_{v1}}{P_{p2} - P_{p1}} = \frac{150000 - 120000}{150 - 120} = 1000 \text{ шт.}$$

Расчет технологической себестоимости продукции по данной операции при полученном объеме $N_{кр} = 1000$ шт.:

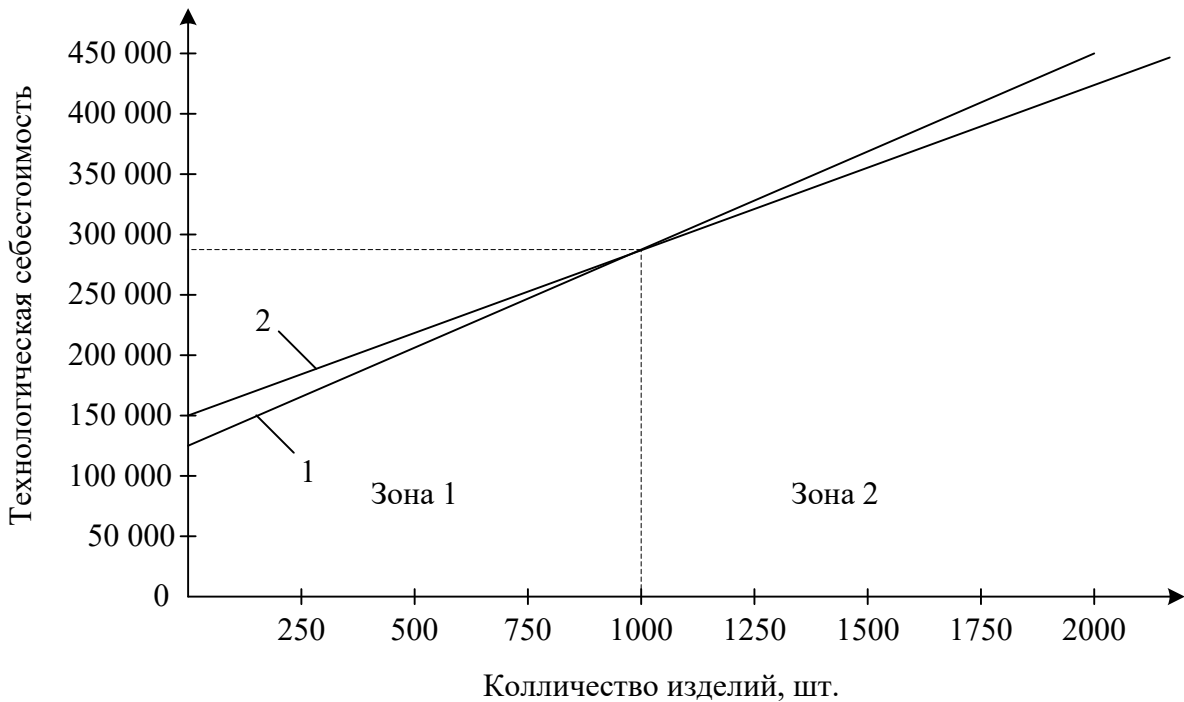
$$C_{m1} = 150 \cdot 1000 + 120000 = 270000;$$

$$C_{m2} = 120 \cdot 1000 + 150000 = 270000.$$

Построение графика изменения технологической себестоимости продукции и определение зон с наименьшими затратами. График строим на основе полученных расчетных данных. Задавшись значением $N < N_{кр}$ и $N > N_{кр}$, строим график в осях координат, одной из которых является (ордината) значение технологической себестоимости C_m , а другой (абсцисса) – значение годового объема производства N (рисунок 2.1). При годовом объеме производства $N = 800$ шт. выбираем зону 1 и, как следствие, первый вариант технологического процесса, т. к. $C_{m1} < C_{m2}$.

Аналогично расчет критического объема выпуска продукции ведется по всем остальным операциям, строятся графики для определения зон с наименьшими затратами, выбираются варианты технологических процессов.

Для пятой операции предлагается один вариант технологического процесса «Защита толстоплёночных элементов», поэтому при калькулировании себестоимости продукции используются переменные затраты, равные 190, и условно-постоянные – 120.



1 – I вариант; 2 – II вариант

Рисунок 2.1 – График изменения технологической себестоимости по первой операции технологического процесса

Далее исходя из заданной программы $N = 800$ шт. и выбранных вариантов (для первой операции – I вариант, для второй операции – II вариант, для третьей операции – I вариант, для четвертой операции – II вариант, для пятой операции – предложенный вариант технологического процесса) определяется технологическая себестоимость продукции заданной программы:

$$C_m = (150 + 150 + 120 + 250 + 190) \cdot 800 + (120000 + 200000 + 250000 + 350000 + 120000) = 1728000.$$

Себестоимость единицы продукции

$$C_{m.ед} = \frac{1728000}{800} = 2160.$$

Для случая, если технологический процесс необходимо выбрать из трех вариантов и более, то строится граф выбора оптимального варианта (рисунок 2.2).

Для каждой дуги (операции) определяем технологическую себестоимость $C_{m(i-j)}$ по формуле (2.1). Пусть $N = 100$ шт. Тогда

$$C_{m(1-2)} = 0,33 \cdot 100 + 10 = 43;$$

$$C_{m(1-3)} = 0,37 \cdot 100 + 15 = 52;$$

$$C_{m(1-4)} = 0,27 \cdot 100 + 50 = 77;$$

$$C_{m(2-5)} = C_{m(3-5)} = C_{m(4-5)} = 0,08 \cdot 100 + 5 = 13;$$

$$C_{m(2-6)} = C_{m(3-6)} = C_{m(4-6)} = 0,05 \cdot 100 + 5 = 10;$$

$$C_{m(5-7)} = C_{m(6-7)} = 0,48 \cdot 100 + 30 = 78;$$

$$C_{m(5-8)} = C_{m(6-8)} = 0,58 \cdot 100 + 40 = 98;$$

$$C_{m(5-9)} = C_{m(6-9)} = 0,68 \cdot 100 + 20 = 88;$$

$$C_{m(5-10)} = C_{m(6-10)} = 0,02 \cdot 100 + 30 = 32;$$

$$C_{m(7-11)} = C_{m(8-11)} = C_{m(9-11)} = C_{m(10-11)} = 0,04 \cdot 100 + 5 = 9;$$

$$C_{m(7-12)} = C_{m(8-12)} = C_{m(9-12)} = C_{m(10-12)} = 0,07 \cdot 100 + 10 = 17;$$

$$C_{m(7-13)} = C_{m(8-13)} = C_{m(9-13)} = C_{m(10-13)} = 0,09 \cdot 100 + 5 = 14;$$

$$C_{m(11-14)} = C_{m(12-14)} = C_{m(13-14)} = 0,73 \cdot 100 + 5 = 78;$$

$$C_{m(11-15)} = C_{m(12-15)} = C_{m(13-15)} = 0,03 \cdot 100 + 20 = 23;$$

$$C_{m(14-16)} = 0,08 \cdot 100 + 10 = 18;$$

$$C_{m(15-16)} = 0,08 \cdot 100 + 10 = 18.$$

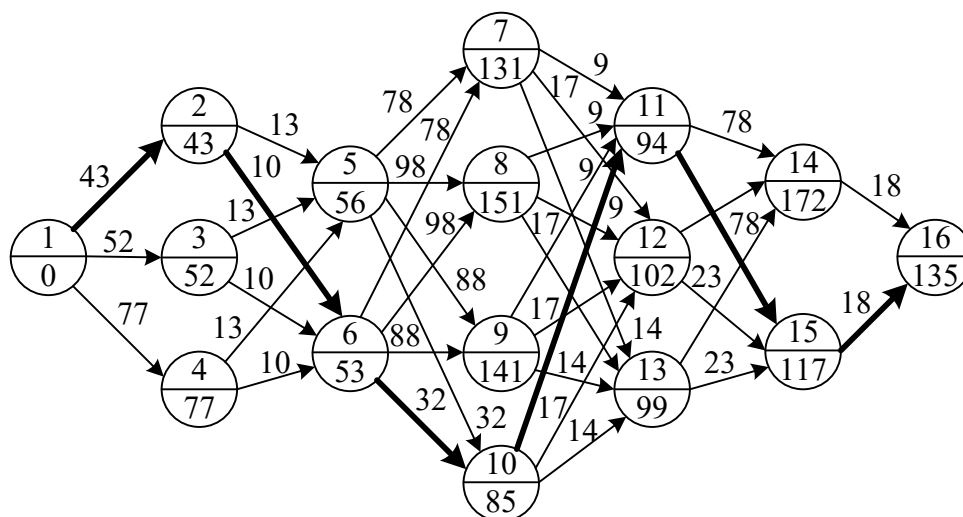


Рисунок 2.2 – Граф выбора оптимального варианта изготовления пассивной части тонкоплочных структур

В результате использования описанного алгоритма имеем

$$Z_{(1)} = 0;$$

$$Z_{(2)} = \min \{Z_{(1)} + C_{m(1-2)}\} = 0 + 43 = 43;$$

$$Z_{(3)} = \min \{Z_{(1)} + C_{m(1-3)}\} = 0 + 52 = 52;$$

$$Z_{(4)} = \min \{Z_{(1)} + C_{m(1-4)}\} = 0 + 77 = 77;$$

$$Z_{(5)} = \min \{Z_{(2)} + C_{m(2-5)}\} = 43 + 13 = 56;$$

$$Z_{(6)} = \min \{Z_{(2)} + C_{m(2-6)}\} = 43 + 10 = 53$$

и т. д. для всех вершин графа, а полученные значения записываем в нижнюю

половину кружка графа.

Технологический процесс с минимальной себестоимостью проходит только через те события, для которых выполняется условие

$$C_m = \sum_{i=1}^m C_{m(i-j)} \rightarrow \min.$$

Для рассмотренного примера такой путь проходит через события 1–2–6–10–11–15–16.

Задание для самостоятельной работы

По заданному в таблице 2.2 технологическому процессу формирования Р-кармана в пластине выбрать ресурсосберегающий технологический процесс. Заданная программа $N = 1500$ шт.

Таблица 2.2 – Технологический процесс формирования Р-кармана в пластине

Вариант технологии	P_p , руб./шт.	P_v , руб./год
1 Локальное анизотропное травление		
Жидкостное	0,05	120
Сухое	0,26	100
2 Эпитаксиальное наращивание канавок		
Гетероэпитаксия из жидкой фазы	0,06	150
Гомоэпитаксия	0,065	140
3 Поликристаллическое удаление		
Механический метод	0,03	160
Химический метод	0,04	140
4 Локальное анизотропное травление		
Жидкое	0,05	120
Сухое	0,06	100
5 Контроль электрических параметров	0,03	110

3 Моделирование оптимального размера партии поставки при формировании запасов на предприятии в ERP-системах

Теоретические сведения

Простейшая модель оптимального размера партии поставки позволяет определить такой размер заказываемой партии, который минимизирует расходы на организацию заказа и содержание его на складе. Экономичная партия поставки вычисляется при следующих допущениях. Уровень запасов снижается равномерно с интенсивностью ν (спрос). В момент, когда все запасы исчерпаны, подается заказ на поставку новой партии размером q единиц. Заказ выпол-

няется мгновенно, то есть время доставки заказа пренебрежимо мало и уровень запасов восстанавливается до максимального значения, равного q . Накладные расходы, связанные с размещением заказа и поставкой партии, не зависят от объема партии и равны постоянной величине K . Издержки содержания единицы товара на складе в единицу времени равны s . Срыв поставок недопустим. Процесс изменения уровня запасов показан на рисунке 3.1.

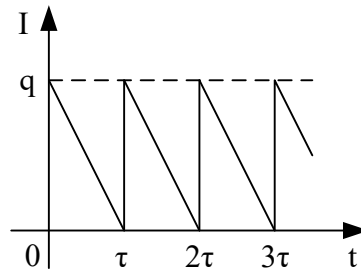


Рисунок 3.1 – Процесс изменения уровня запасов

Пусть τ – интервал времени между поставками. Очевидно $\tau = q/v$. Так как расходование запаса происходит с постоянной интенсивностью v , то средний уровень запаса за интервал τ равен $q/2$, а общие затраты, связанные с хранением и заказом товара, равны

$$L = K + s \cdot \frac{q}{2} \cdot \frac{q}{v}. \quad (3.1)$$

Разделив это выражение на длину цикла τ , получим общие затраты в единицу времени

$$L = \frac{Kv}{q} + s \cdot \frac{q}{2}. \quad (3.2)$$

Чтобы вычислить оптимальный размер партии поставки, нужно приравнять к нулю первую производную по q , то есть решить уравнение

$$\frac{dL}{dq} = -\frac{Kv}{q^2} + \frac{s}{2} = 0. \quad (3.3)$$

Решая уравнение 3.3, получим выражение для определения оптимального размера партии заказа

$$q^* = \sqrt{\frac{2Kv}{s}}. \quad (3.4)$$

Эту формулу называют формулой размера партии, экономичной величи-

ной заказа, формулой квадратного корня, формулой Уилсона. На ее основе выводятся следующие формулы.

Оптимальный интервал между поставками

$$\tau^* = q^* / v = \sqrt{2K / (sv)}.$$

Оптимальный уровень текущего запаса

$$I^* = q^* / v = \sqrt{2Kv / (2s)}.$$

Оптимальное число поставок

$$n^* = vT / q^* = \sqrt{sTQ / (2K)}.$$

где Q – потребление за плановый период $T(Q = vT)$.

Суммарные затраты по формированию поставок и содержанию запасов в единицу времени

$$L^* = \sqrt{2Ksv} = sq^*.$$

Практически важный вывод из формулы Уилсона (3.4) состоит в том, что величина партии поставки пропорциональна квадратному корню из интенсивности потребления, т. е.

$$q^* = \sqrt{2K / (sT)} \cdot \sqrt{vT}. \quad (3.5)$$

Обозначив в (3.5)

$$H = \sqrt{2K / (sT)},$$

получим

$$q^* = H \cdot \sqrt{Q}. \quad (3.6)$$

Формула (3.6) применяется для приближенного расчета величины партии поставки. Вместо вычисления издержек K и s , что является очень сложной задачей, находят H .

Пример – Предприятие занимается производством и реализацией натуральных яблочных соков. Для осуществления своей деятельности предприятие закупает яблоки у населения. Владельцы садов продают яблоки по 100 ден. ед. за 1 т, по при этом в зависимости от объема партии предлагают следующие скидки:

$$\begin{aligned} 0 \dots 100 \text{ т} &- 0 \% ; \\ 101 \dots 200 \text{ т} &- 4 \% ; \end{aligned}$$

201...300 т – 6 %;
свыше 300 т – 15 %.

При предоплате предоставляется скидка 5 %; оплата по мере реализации – без скидки.

Ежемесячно предприятие равномерно перерабатывает 100 т яблок и всю продукцию реализует. Фирма для хранения яблок имеет собственный склад на 200 т, издержки на содержание склада – 200 ден. ед. в месяц.

В случае потребности можно арендовать дополнительный склад по цене:
на 100 т – 150 ден. ед.;
на 200 т – 250 ден. ед.;
на 300 т – 390 ден. ед.

Стоимость оформления документов на закупку одной партии составляет 30 ден. ед. Транспортные издержки – 10 ден. ед. за 1 т. Порча яблок составляет 10 кг на 1 т в месяц.

Из-за недостатка собственных оборотных средств фирма вынуждена для первой закупки брать кредит на поставку сырья по ставке 15 % годовых.

Требуется:

- определить возможные стратегии закупок яблок и изобразить их графически;
- количественно оценить каждую из стратегий и выбрать лучшую.

Возможны два варианта закупок сырья: оплата за счет кредита и оплата в рассрочку. По каждому варианту возможны три стратегии закупок сырья:

- 1) ежемесячно закупать по 100 т яблок;
- 2) ежеквартально закупать по 300 т яблок;
- 3) закупать по 400 т яблок в первом и седьмом месяцах и по 200 единиц в третьем и девятом месяцах.

Рассчитываем издержки по каждой стратегии для обоих вариантов.

Вариант 1: на условиях предоплаты (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Расчет издержек по первому варианту

Стратегия	1	2	3
Цена за 1 т	$100 - 0,05 \cdot 100 = 95^*$	$(100 - 0,05 \times \times 100) \cdot 0,94 = 89,3$	$(100 - 0,05 \cdot 100) \cdot 0,96 = 91,2$ $(100 - 0,05 \cdot 100) \cdot 0,85 = 80,75$
Стоимость поставки	$(100 \cdot 95 + 100 \times \times 10 + 30) \cdot 12 = 126360$	$(300 \cdot 89,3 + 300 \cdot 10 + 30) \cdot 4 = = 119\ 280$	$(400 - 80,75 + 400 \cdot 10 + 30 + + 200 \cdot 91,2 + 200 \cdot 10 + 30) \cdot 2 = = 113\ 200$
Складские расходы	$200 \cdot 12 = 2400$	$(200 \cdot 3 + 150) \cdot 4 = 3000$	$200 \cdot 12 + 250 \cdot 8 = 4400$
Убыток от порчи	$100 \cdot 0,5 \cdot 0,01 \cdot 95 \times \times 12 = 95 \cdot 6 = 570$	$300 \cdot 0,5 \cdot 0,01 \times \times 89,3 \cdot 4 = 6 \cdot 89,3 = 536$	$400 \cdot 0,5 \cdot 0,01 \times \times 80,75 \cdot 2 + 200 \cdot 0,5 \cdot 0,01 \times \times 91,2 \cdot 2 = 505,4$
Стоимость кредита	$(100 \cdot 95 + 100 \times \times 10 + 30) \cdot 0,15 : : 12 = 131$	$(300 \cdot 89,3 + 300 \times \times 10 + 30) \cdot 0,15 : : 4 = 1118$	$(400 \cdot 80,75 + 400 \times \times 10 + 30) \cdot 0,15 : : 3 = 1816,5$
Суммарные издержки	129 461	127 289	119 922

Примечание –*– здесь предполагается предоплата и, соответственно, снижение цены на 5 %.

Вариант 2: оплата в рассрочку (таблица 3.2).

Предположим, что при оплате в рассрочку предприятию не; требуется кредит, издержки покрываются за счет получаемой выручки.

Таблица 3.2 – Расчет издержек по второму варианту

Стратегия	1	2	3
Цена	100	$100 \cdot 0,94 = 94$	$100 \cdot 0,96 = 96 \cdot 100 \cdot 0,85 = 85$
Стоимость поставки	$(100 \cdot 100 + 100 \times \times 10 + 30) \cdot 12 = 132\,360$	$(300 \cdot 94 + 300 \cdot 10 + 30) \times \times 4 = 124\,920$	$[(400 \cdot 85 + 400 \cdot 10 + + 30) + (200 \cdot 96 + 200 \cdot 10 + + 30)] \cdot 2 = 118\,520$
Складские расходы	$200 \cdot 12 = 2400$	$(200 \cdot 3 + 150) \cdot 4 = 3000$	$200 \cdot 12 + 250 \cdot 8 = 4400$
Убыток от порчи	$100 \cdot 0,5 \cdot 0,01 \cdot 100 \cdot 12 = = 600$	$(300 \cdot 0,01 \cdot 94) \cdot 4 = 564$	$400 \cdot 0,5 \cdot 0,01 \cdot 85 \cdot 2 + + 200 \cdot 0,5 \cdot 0,01 \cdot 96 \cdot 2 = = 532$
Суммарные издержки	135 360	128 484	123 452

Таким образом, наилучшим вариантом являются закупки сырья по 3-й стратегии на условиях предоплаты.

Задания для самостоятельной работы

Решить задачу, номер которой после точки соответствует последней цифре зачетной книжки студента.

3.0 Годовая потребность фирмы в деревоматериалах составляет 4000 м^3 , затраты на хранение 1 м^3 в год – 4 ден. ед. Затраты на подготовительно-заключительные операции, не зависящие от величины поставляемой партии и связанные с каждой поставкой, равны 80 ден. ед.

Требуется:

1) найти:

- а) оптимальный размер партии поставки;
- б) оптимальный интервал между поставками;
- в) средний уровень текущего запаса;
- г) число поставок;
- д) годовые затраты, связанные с работой данной системы;

2) сравнить полученные затраты с затратами в случае отклонений от оптимальной партии в любом направлении в два раза.

3.1. Потребность станко-сборочного цеха в заготовках некоторого типа составляет 32 тыс. шт. в год. Издержки размещения заказа – 50 ден. ед., издержки содержания одной заготовки в год равны 5 ден. ед. Среднее время реализации заказа – 10 дней.

Определить оптимальную партию поставки, периодичность возобновления поставок, точку размещения заказа, минимальный начальный запас и моменты повторения заказов.

3.2. Компания поставляет заказчику принтеры. Средняя потребность в них – 49 шт. в год. Стоимость размещения одного заказа – 30 ден. ед., издержки содержания составляют 15 ден. ед. в год.

Определить оптимальную партию поставки.

3.3. На склад поступают материалы, годовой объем поставок которых равен 810 шт. Издержки завоза одной партии составляют 40 ден. ед., издержки хранения единицы запаса в сутки – 0,20 ден. ед., время доставки партии – 2 дня.

Найти оптимальный размер партии, периодичность поставок, минимальный начальный запас, точку заказа, моменты подачи заказа.

3.4. Фабрика выпускает партиями пять различных полуфабрикатов. Интенсивность потребления каждого вида составляет 76 т в месяц. При переходе от выпуска одного вида полуфабриката к другому нужно проводить переналадки оборудования, что связано с затратами в 81 ден. ед. независимо от выпускаемых полуфабрикатов. Содержание 1 т полуфабрикатов обходится в 38 ден. ед. в месяц. Производительность фабрики – 400 т в месяц. Время реализации заказа (от подачи заявки до выхода готовой продукции) составляет 3 дня.

Определить оптимальный размер партии выпуска каждого вида полуфабрикатов, периодичность повторения заказов, точку их размещения и среднемесячные издержки, связанные с переналадками и содержанием готовой продукции, если дефицит не допускается.

3.5 Спрос на продукцию инструментального цеха составляет 6200 ед. в год. Стоимость хранения, включая потери, связанные с моральным старением, составляет 496 ден. ед. за единицу в год. Издержки размещения заказа равны 1296 ден. ед. Неудовлетворенные требования берутся на учет. Удельные издержки дефицита составляют 3600 ден. ед. за нехватку единицы продукции в течение года.

Найти оптимальную партию поставки, максимальную величину задолженного спроса, интервал возобновления поставки, точку размещения заказа (время доставки – 0,5 месяца) и годовые потери функционирования системы.

3.6. Годовая потребность торгового центра в пылесосах составляет 600 шт., затраты на хранение одного пылесоса – 3 ден. ед. в год. Затраты же на подготовительно-заключительные операции, не зависящие от величины поставляемой партии и связанные с каждой поставкой, равны 36 ден. ед.

Найти оптимальный размер партии поставки, оптимальный интервал между поставками, средний уровень текущего запаса, число поставок и среднегодовые затраты, связанные с работой системы.

3.7. Годовая потребность магазина в телевизорах – 900 шт. Затраты, связанные с содержанием одного телевизора, составляют 40 ден. ед. в год, а затраты, связанные с оформлением каждого заказа, – 500 ден. ед. Согласно торговому договору завод должен заказанные магазином телевизоры поставлять по частям с интенсивностью 150 шт. в месяц, пока не реализуется вся партия. Если в момент обращения покупателя в магазине нет нужного товара, то требование

ставится на учет и удовлетворяется по мере новых поступлений. Издержки дефицита, создающие неудовлетворение требований, составляют 10 ден. ед./шт.

Определить оптимальную партию поступления, оптимальный интервал невозобновления заказа и среднегодовые издержки.

3.8. Магазин радиотоваров реализует музыкальные инструменты. Средняя потребность в них – 3 шт. в месяц. Стоимость организации заказа – 28 ден. ед. Содержание его в течение месяца обходится в 14 ден. ед.

Определить оптимальную партию поставки и среднемесячные издержки размещения и содержания запасов.

3.9. Цех выпускает заготовки разного типа партиями на одном и том же оборудовании. При переходе от выпуска одного вида заготовок к другому приходится нести затраты на переналадку оборудования, которые равны в среднем 80 ден. ед. Средняя потребность в заготовках каждого типа составляет 20000 шт. в год, себестоимость 1 заготовки в среднем равна 160 ден. ед. Издержки содержания составляют 2 % от стоимости продукции, находящейся в запасе.

Найти оптимальную партию запуска изделий, периодичность запуска и среднегодовые издержки работы системы, связанные с содержанием запасов и переналадками.

4 Распределение информационных потоков при автоматизированном управлении документооборотом

Теоретические сведения

На пункт сбора и обработки информации о составе автоматизированной системы управления поступают потоки Π_1 , Π_2 и Π_3 . Поток Π_1 складывается из детерминированных данных с наивысшим приоритетом. Поток Π_2 складывается из оперативных данных, которые связаны с технологическими параметрами. Поток Π_3 складывается из детерминированных данных о статистическом учете и делопроизводстве.

Статистической проверкой определено, что входные потоки можно рассматривать так же, как независимые и пуассоновские с интенсивностью $\lambda_k (k=1..3)$. На обработку каждого документа из k -го потока оператор затрачивает время b_{k1} . Пусть обработка осуществляется с использованием приоритетов относительно различных категорий очередности. Допускаются ограничения на время задержки периодических и оперативных данных, обозначенных C_1 и C_2 .

Необходимо определить, сможет ли один оператор выполнить эту работу при известном количестве документов Γ_m и их доли по приоритетам γ_k .

При решении задач интенсивность потока при выборе в качестве единицы времени 1 мин определяется по формуле

$$\lambda_k = \frac{\Gamma_m \cdot \gamma_k}{60}, \quad (4.1)$$

суммарная загрузка систем

$$\rho = \sum_{k=1}^3 \lambda_k \cdot b_k. \quad (4.2)$$

Считаем, что имеем одноканальную систему массового обслуживания с ожиданием и неоднородным входным потоком. Время обработки данных каждого потока имеет свою функцию распределения $F(x)$, и первый момент τ_{k1} функции распределения времени ожидания данных k -го порядка приоритета согласно [3], можно записать следующим образом:

$$\tau_{k1} = \frac{M_n}{2(1-R_{k-1})(1-R_k)}, \quad k = \overline{1, n}, \quad (4.3)$$

где

$$R_k = \sum_{i=1}^k \lambda_i b_{i1}, \quad R_0 = 0, \quad R_n = \rho, \quad M_0 = 0, \quad M_k = \sum_{i=1}^k \lambda_i b_{i2};$$

$$b_{im} = \int_0^{\infty} x^m dF^i(x) dx, \quad i = \overline{1, n}, \quad m = 1, 2, \dots$$

Поскольку время обработки данных каждого потока постоянны, то имеем детерминированную величину b_{im} :

$$b_{im} = b_{i1}, \quad i = \overline{1, n}, \quad m = 1, 2, \dots$$

Время задержки периодических данных будет равным $\tau_{11} + b_{11}$, а время задержки оперативных данных $\tau_{21} + b_{21}$. Полученные числа необходимо сравнить с C_1 и C_2 .

Пример – Даны следующие исходные данные :

- время обработки данных каждого потока $b_{11} = 2$ мин, $b_{21} = 5$ мин, $b_{31} = 2$ мин;
- ограничения на время задержки периодических и оперативных данных $C_1 = 3$ мин, $C_2 = 5$ мин;
- доли по приоритетам документов соответственно потокам данных $\gamma_1 = 0,4$, $\gamma_2 = 0,5$, $\gamma_3 = 0,1$;
- количество документов: $\Gamma_m = 20$.

Необходимо определить, сможет ли один оператор выполнить эту работу при известном количестве документов Γ_m и их доли по приоритетам γ_k .

Интенсивность потока при выборе в качестве единицы времени 1 мин определяется по формуле (4.1):

$$\lambda_1 = \frac{20 \cdot 0,4}{60} = 0,1333 \text{ мин}^{-1};$$

$$\lambda_1 = \frac{20 \cdot 0,5}{60} = 0,1666 \text{ мин}^{-1}; \lambda_2 = \frac{20 \cdot 0,1}{60} = 0,0333 \text{ мин}^{-1}.$$

Сначала необходимо проверить, существует ли в канале стационарный режим. Суммарная загрузка систем рассчитывается по формуле (4.2):

$$\rho = 0,1333 \cdot 2 + 0,1666 \cdot 5 + 0,0333 \cdot 2 = 0,2666 + 0,833 + 0,0666 = 1,1662 > 1$$

следовательно, стационарного режима не существует.

Считаем, что имеем одноканальную систему массового обслуживания с ожиданием и неоднородным входным потоком. Время обработки данных каждого потока имеет свою функцию распределения $F(x)$, и первый момент τ_{k1} функции распределения времени ожидания данных k -го порядка приоритета можно записать следующим образом согласно формуле (4.3):

$$M = \frac{1}{2}(\lambda_1 b_{11} + \lambda_2 b_{21} + \lambda_3 b_{31}) = 0,5831,$$

$$R_1 = 0,2666; R_2 = 0,833,$$

следовательно,

$$\tau_{11} = \frac{0,5831}{1 - 0,2666} = 0,7337; \tau_{21} = \frac{0,5831}{(1 - 0,833)(1 - 0,2666)} = 0,1225.$$

Время задержки периодических данных

$$U1 = \tau_{11} + b_{11} = 0,7337 + 2 = 2,7337 \text{ мин},$$

$$2,7337 < C1 = 3.$$

Время задержки оперативных данных

$$U2 = \tau_{21} + b_{21} = 0,1225 + 5 = 5,1225 \text{ мин},$$

$$5,1225 > C2 = 5.$$

Так как время задержки оперативности данных больше допустимого ограничения, то данную работу не сможет выполнять один оператор, также учитывая нестационарный режим работы системы управления.

Задания для самостоятельной работы

Исходные данные для расчета по вариантам приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные к задаче № 4

Вариант/ перемен- ные	Первая буква фамилии студента				Первая буква имени студента				Последняя цифра номера зачетной книжки									
	А–Е	Ж–Н	О–Т	Ф–Я	А–Г	Д–Н	О–Р	С–Я	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
b_{11} , мин	2	3	4	1														
b_{21} , мин	5	1,5	2	3,5														
b_{31} , мин					2	3,5	1	2,5										
C_1 , мин									3	4	1	5	2	7	8	6	9	0
C_2 , мин									5	8	4	9	7	2	0	9	3	6
G_m					20	1,5	3	4,5										
γ_1	0,4	0,45	0,35	0,46														
γ_2	0,5	0,4	0,49	0,43														
γ_3	0,1	0,15	0,2	0,25														

5 Содержание аудиторной контрольной работы

Требования к оформлению аудиторной контрольной работы

Аудиторная контрольная работа (АКР) выполняется согласно методическим рекомендациям кафедры. АКР включает четыре задачи, варианты которых и примеры решения приведены в данных методических рекомендациях.

Образец содержания аудиторной контрольной работы

Задание 1

Построить диаграмму Парето согласно варианту, определенному преподавателем и представленному в таблицах 1.5 и 1.6.

Задание 2

Согласно варианту, по заданному в таблице, представленной преподавателем, технологическому процессу выбрать ресурсосберегающий технологический процесс. Заданная программа $N = 2500$ шт.

Задание 3

Годовая потребность торгового центра в пылесосах составляет 600 шт., затраты на хранение одного пылесоса – 3 ден. ед. в год. Затраты же на подготовительно-заключительные операции, не зависящие от величины поставляемой партии и связанные с каждой поставкой, равны 36 ден. ед.

Найти оптимальный размер партии поставки, оптимальный интервал между поставками, средний уровень текущего запаса, число поставок и среднегодовые затраты, связанные с работой системы.

Задание 4

Согласно варианту, заданы следующие исходные данные:

– время обработки данных каждого потока $b_{11} = 2$ мин, $b_{21} = 5$ мин, $b_{31} = 2$ мин;

– ограничения на время задержки периодических и оперативных данных
 $C_1 = 3$ мин, $C_2 = 5$ мин;

– доли по приоритетам документов соответственно потока данных
 $\gamma_1 = 0,4$, $\gamma_2 = 0,5$, $\gamma_3 = 0,1$;

– количество документов: $\Gamma_m = 20$.

Необходимо определить, сможет ли один оператор выполнить эту работу при известном количестве документов Γ_m и их доли по приоритетам γ_k .

Список литературы

1 **Федорова, Г. Н.** Разработка, внедрение и адаптация программного обеспечения отраслевой направленности [Электронный ресурс]: учебник / Г. Н. Федорова. – Москва: ФОРУМ, 2022. – 336 с. – Режим доступа : <http://znanium.com/>. – Дата доступа: 07.02.2022.

2 **Коваленко, В. В.** Проектирование информационных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. В. Коваленко. – Москва : ФОРУМ, 2021. – 357 с. – Режим доступа : <http://znanium.com/>. – Дата доступа: 07.02.2022.

3 Информационные системы и технологии в экономике и управлении : учебник / Под ред. В. В. Трофимова. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2015. – 542 с.