Методики оценки достаточности и расчета запасов в комплектах ЗИП для средств электросвязи

Книга 1

Методики оценки достаточности и расчета запасов в комплектах ЗИП для средств электросвязи с использованием ПЭВМ

gost.e-ecolog.ru

Методика оценки достаточности и расчета запасов в комплектах ЗИП для средств электросвязи

Книга 1

Методики оценки достаточности и расчета запасов в комплектах ЗИП для средств электросвязи с использованием ПЭВМ

Утверждено Первым заместителем министра связи России А Е Крупновым

1996 г.

Содержание

Введение 4
1. Общие положения 5
2. Количественные характеристики запасов в комплектах ЗИП 9
2.1. Показатели достаточности комплектов ЗИП 9
2.2. Суммарные затраты на запасные части 10
3. Стратегии пополнения запасов в комплектах ЗИП 12
4. Исходные данные для оценки и расчета запасов в комплектах ЗИП 14
5. Состав методик и рекомендации по их применению 16
6. Методики оценки и расчета запасов в комплектах ЗИП 19
6.1. Методика расчета оптимальных запасов в комплекте ЗИП-О 19
6.2. Методика оценки запасов в комплекте ЗИП-О 38
6.3. Методика расчета оптимальных запасов в комплекте ЗИП-Г 47
6.4. Методика оценки запасов в комплекте ЗИП-Г 48
6.5. Методика расчета оптимальных запасов в двухуровневой С ЗИП 61
6.6. Методика оценки запасов в двухуровневой С ЗИП 65
Приложение А Сокращения и условные обозначения 66
Приложение Б Термины, применяемые в методиках, и их определения 68
Приложение В Библиография 71

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методики предназначены для расчета оптимальных запасов в комплектах ЗИП восстанавливаемых средств электросвязи.

Методики предназначены также для оценки достаточности запасов в комплектах ЗИП, поставляемых со средствами электросвязи, с целью обеспечения с помощью комплектов ЗИП требуемых показателей надежности, технического обслуживания и ремонта средств электросвязи в период их эксплуатации.

Разработка методик проводилась с учетом требований стандарта отрасли ОСТ 45.66-96. Запасные части, инструменты и принадлежности средств электросвязи. Общие требования.

В настоящих методиках представлены: назначение методик; количественные характеристики, используемые для оценки запасов в комплектах ЗИП; способы пополнения комплектов ЗИП; исходные данные, необходимые для проведения расчетов. Методики позволяют проводить оценку достаточности и оптимальный расчет запасов в одиночных, групповых и ремонтных комплектах ЗИП, а также в двухуровневой системе ЗИП.

Рекомендации по применению каждой из методик изложены в разделе 5.

Методики разработаны в отрасли впервые. При разработке использовались последние достижения теории и практики обеспечения запасными частями изделий оборонной техники и современные международные стандарты.

Методики с примерами расчета представлены в двух вариантах: с применением ПЭВМ (книга 1) и без использования ПЭВМ (книга 2).

Первый вариант реализован в пакете прикладных программ "Расчет оптимальных комплектов запасных элементов для ремонта сложных изделий" (ППП "РОКЗЭРСИЗ"), зарегистрированном в Информационном фонде алгоритмов и программ Минобороны России (ИФАП МО РФ) за № 1448 от 25.05.95.

ППП "РОКЗЭРСИЗ" является неотъемлемой частью методик с применением ПЭВМ и состоит из дискеты с программой и руководства по применению (книга 3).

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие методики оценки достаточности и расчета запасов в комплектах ЗИП для средств электросвязи (в дальнейшем - методики) *распространяются* на восстанавливаемые и (или) обслуживаемые в условиях эксплуатации и (или) ремонтируемые в специализированных ремонтных органах (в центрах ремонта, на ремонтных участках, в лабораториях и т.д.) изделия средств электросвязи (далее в тексте - изделия), *предназначены* для предприятий-разработчиков и изготовителей изделий (далее в тексте - разработчик), а также организаций, заказывающих и эксплуатирующих их (далее в тексте - заказчик), и *устанавливают* методы оценки и расчета запасов в комплектах ЗИП, придаваемых изделиям для их восстановления на месте эксплуатации, или ремонтным органам, предназначенным для восстановления отказавших составных частей (СЧ) изделий.

1.2 Настоящие методики предназначены для оценки и расчета количественных характеристик запасов восстанавливаемых (ремонтируемых) и невосстанавливаемых (неремонтируемых) составных частей в одиночных и групповых комплектах ЗИП (ЗИП-О и ЗИП-Г), придаваемых изделиям, а также в двухуровневой системе ЗИП (С ЗИП), состоящей из одного комплекта ЗИП-Г и нескольких комплектов ЗИП-О.

Методики оценки и расчета запасов в комплекте ЗИП-Г могут быть использованы при определении запасов в ремонтном комплекте ЗИП (ЗИП-РО) реморганов.

На рисунке 1.1 показаны структуры 1 и 2 обеспечения комплектами ЗИП-О и ЗИП-Г. На рисунке 1.2 представлена двухуровневая С ЗИП.

Примечание - Комплекты ЗИП в структурах 1 и 2 и комплект ЗИП-Г на рисунке 1.2 пополняются из неотказывающих источников пополнения (НИП), обеспечивающих удовлетворение всех поступающих заявок на запасные части (ЗЧ) без задержки. В качестве НИП может быть ремонтный орган, фирма - изготовитель, склад и др.

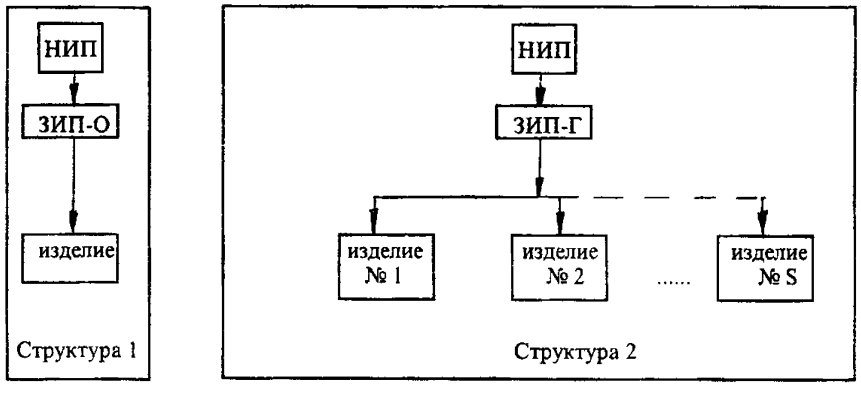


Рисунок 1.1 Структуры обеспечения комплектами ЗИП-О и ЗИП-Г

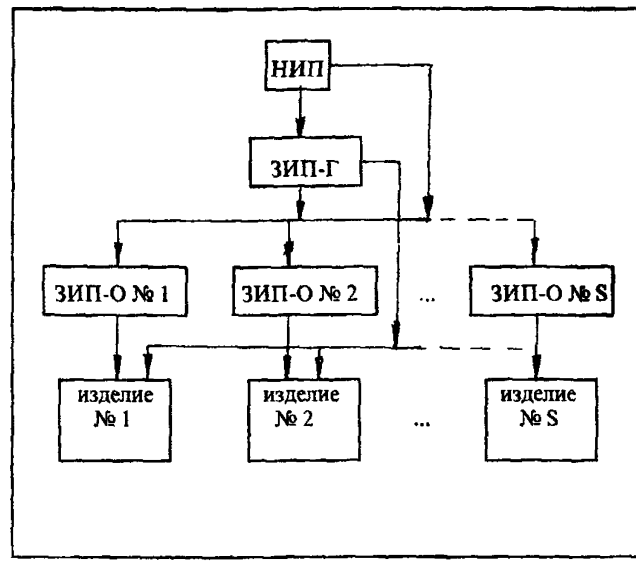


Рисунок 1.2 Двухуровневая система ЗИП

1.3 Основными количественными характеристиками запасов в комплектах ЗИП являются показатели достаточности (ПД) и суммарные затраты (СЗ) на запасные части.

1.4. Под *оценкой* запаса одного типа понимается определение значений его показателей достаточности и суммарных затрат на запасные части по известному начальному уровню запаса при заданной (принятой) стратегии пополнения.

Оценка запасов в комплекте ЗИП слагается из оценок запасов каждого типа в отдельности и определения на их основе ПД и СЗ на запчасти по комплекту ЗИП в целом.

1.5. Под *расчетом* запаса одного типа понимается определение его начального уровня, удовлетворяющего предъявленным требованиям по ПД (или СЗ) на ЗЧ при заданной (принятой) стратегии пополнения.

Расчет запасов в комплекте ЗИП слагается из расчетов запасов каждого типа в отдельности и последующей оценки ПД и СЗ на запчасти по комплекту ЗИП в целом.

1.6. Расчеты запасов в комплектах ЗИП по настоящим методикам обеспечивают оптимизацию СЗ на ЗЧ.

В зависимости от предъявляемых требований задача оптимизации запасов в комплекте ЗИП может решаться в двух постановках:

а) *расчет запасов, обеспечивающих заданный уровень ПД комплекта ЗИП при минимальных СЗ на ЗЧ, - прямая задача* оптимизации;

б) расчет запасов, удовлетворяющих заданному ограничению по СЗ на ЗЧ при максимально достижимом уровне ПД комплекта ЗИП, - *обратная задача* оптимизации.

1.7. Объем и форма представления исходных данных, необходимых для оценки или расчета запасов в комплекте ЗИП, приведены в разделе 4 методик.

1.8 При оценке запасов в комплекте ЗИП, представляемом на испытания, спроектированном ранее или закупаемом, номенклатуру и начальные уровни запасов берут из ведомости ЗИП, а тип и параметры стратегий пополнения запасов задают (или выбирают), исходя из целей проводимой оценки с учетом имеющихся условий технического обслуживания и ремонта. Показатели надежности СЧ берут по данным текущих или предшествующих испытаний, по результатам расчетов или по данным эксплуатации изделий-аналогов (прототипов).

1.9. При расчете запасов в комплекте ЗИП исходные данные (если они не заданы полностью в ТЗ на разработку изделия или ЗИП) выбирают, исходя из требований, предъявляемых к уровню надежности обеспечиваемого оборудования, и заданной (или принятой) для него системы технического обслуживания и ремонта. При этом особое внимание должно уделяться рациональному выбору номенклатуры и стратегий пополнения запасов, которые должны соответствовать имеющейся или заданной (принятой) системе технического обслуживания и ремонта оборудования и его восстанавливаемых составных частей (сменных блоков, ячеек, плат и других типовых элементов замены - ТЭЗ).

1.10. В состав комплекта ЗИП-О (ЗИП-Г в структуре 2) для восстановления отказавшего изделия, как правило, вводят все типы ТЭЗ. Это вызвано следующими обстоятельствами:

а) восстановление отказавшего изделия на месте эксплуатации производится агрегатным методом - заменой ТЭЗ;

б) к современным средствам электросвязи предъявляются “жесткие” требования ко времени восстановления отказа (не более 0,5 ч);

в) современная аппаратура имеет, как правило, программно-аппаратные средства диагностики, позволяющие определить неисправность с точностью до одного или группы ТЭЗ.

1.11. Если при заданных (принятых) исходных данных рассчитанный начальный уровень запаса какого-либо типа оказывается равным нулю и в ТЗ нет специального требования о необходимости предусмотреть в ЗИП не менее одной ЗЧ каждого (или только данного) типа, то ЗЧ этого типа в комплект ЗИП не закладывают.

1 12. Составные части изделий, заменяемые согласно эксплуатационной документации (ЭД) по выработке назначенного ресурса независимо от технического состояния, в оценках и расчетах по настоящим методикам не учитывают. Запасы таких СЧ рассчитывают по отношению расчетного значения средней наработки изделия в целом за заданный (принятый) период пополнения их в комплекте ЗИП к ресурсу СЧ и считают заведомо достаточными (показатели достаточности этих запасов не определяют), а затраты на них добавляют к суммарным затратам на запасы всех остальных типов после расчета последних.

1.13. Количество контрольно-измерительных приборов, инструментов, принадлежностей и материалов, входящих в комплекты ЗИП, а также запасы плавких вставок предохранителей, крепежных изделий, монтажных

проводов и других составных частей изделий, для которых не установлена (или не может быть определена) интенсивность замен (или интенсивность спроса), по настоящим методикам не оценивают и не рассчитывают Потребность в этих элементах определяют, исходя из назначения и условий эксплуатации изделия, для которого проектируется (оценивается) комплект ЗИП, с учетом опыта эксплуатации его аналогов или прототипов.

2. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАПАСОВ В КОМПЛЕКТАХ ЗИП

2.1. Показатели достаточности комплектов ЗИП

2.1.1. В качестве ПД запасов в комплектах ЗИП используют:

а) *среднее время задержки в удовлетворении заявок на ЗЧ комплектом ЗИП* -$\Delta t_{зип}$.

Величина $\Delta t_{зип}$ по определению (см. приложение Б п.12) может быть представлена отношением:

$$\Delta t_{зип} = \frac{\sum_{i=1}^{N} \Lambda_i * \Delta t_{зi}}{\sum_{i=1}^{N} \Lambda_i} \qquad (2.1)$$

где Λ_i - интенсивность спроса на ЗЧ i -го типа в комплекте ЗИП;

N - общее количество типов ЗЧ в комплекте ЗИП (размер номенклатуры комплекта ЗИП);

$\Delta t_{зi}$ - среднее время задержки в удовлетворении заявки на ЗЧ запасом i -го типа в комплекте ЗИП.

ПД комплекта ЗИП-О - $\Delta t_{зип-о}$ и комплекта ЗИП-Г -$\Delta t_{зип-г}$ (в структуре 2 рис.1.1) связаны с показателями надежности (ПН) обслуживаемых изделий через среднее время ремонта ($T_р$), которое с учетом ограниченности запасов в ЗИП определяется выражением:

$$T_р = T_в + \Delta t_{зип} \qquad (2.2)$$

где $T_в$ - среднее время активного ремонта (среднее время восстановления) изделия при неограниченных запасах в комплекте ЗИП.

Примечание - В настоящих методиках для обозначения различных параметров, относящихся к расчету запасов в комплектах ЗИП-О или ЗИП-Г, добавляется соответственно индекс "О" или "Г".

б) *коэффициент готовности комплекта ЗИП* - $К_{г\,зип}$.

Для комплекта ЗИП-О ПД $К_{г\,зип-о}$ (с достаточной для инженерных расчетов точностью) определяется произведением коэффициентов готовности всех входящих в комплект запасов.

В большинстве случаев, имеющих место на практике, ПД $К_{г\,зип-о}$ может быть использован непосредственно в качестве поправки к коэффициенту готовности обслуживаемого изделия по формуле:

$$К_г = К_{г\infty} * К_{г\,зип-о} \qquad (2.3)$$

где $К_{г\infty}$ - значение $К_г$ изделия, вычисленное при условии, что запасы в комплекте ЗИП-О неограниченны.

2.1.2. Для ПД $К_{г\,зип-о}$ и $\Delta t_{зип-о}$ одного и того же комплекта ЗИП-О справедливо соотношение:

$$K_{г\ зип\text{-}о} \cong \exp\{-\Delta t_{зип\text{-}о} * \sum_{i=1}^{No} \Lambda_{io}\} \quad (2.4)$$

где Λ_{io} - интенсивность спроса на ЗЧ i-го типа в комплекте ЗИП-О.

2.1.3 Для комплекта ЗИП-Г ПД коэффициент готовности - $K_{г\ зип\text{-}rj}$ может быть определен только относительно одного j-го образца из обслуживаемой группы изделий по формуле:

$$K_{г\ зип\text{-}rj} \cong \exp\{-\Delta t_{зип\text{-}г} * \sum_{i=1}^{Nrj} \Lambda_{ijr}\} \quad (2.5)$$

где Λ_{ijr} - интенсивность спроса на ЗЧ i-го типа в комплект ЗИП-Г от j-го образца изделия;

N_{rj} - размер номенклатуры ЗЧ в комплекте ЗИП-Г для j-го образца изделия.

Аналогично $K_{г\ зип\text{-}о}$ ПД $K_{г\ зип\text{-}г\ j}$ может быть использован в качестве поправки к K_{rj} одного изделия из обслуживаемой группы по формуле, аналогичной (2.3).

При наличии в изделии резерва учет влияния ПД комплекта ЗИП на ПН изделий следует проводить через $\Delta t_{зип\text{-}о}$ и $\Delta t_{зип\text{-}г}$ по формуле (2.2).

2.1.4. Математические модели, принятые в методиках для оценки показателей достаточности запасов, дают достаточно точные результаты при условии, что исходные данные по требуемым ПД удовлетворяют неравенствам:

$$K_{г\ зип\ тр} \geq 0{,}9 \quad (2.6)$$

или

$$\Delta t_{зип\ тр} \leq \frac{0{,}1}{\sum_{i=1}^{N} \Lambda i} \quad (2.7)$$

Если ограничения (2.6) и (2.7) для какого-либо конкретного случая не выполняются и пересматривать требования по ПД в сторону их "ужесточения" (увеличения $K_{г\ зип\ тр}$ или уменьшения $\Delta t_{зип\ тр}$) по технико-экономическим соображениям нельзя, рекомендуется разделить проектируемый комплект ЗИП на два одинаковых по интенсивности спроса полукомплекта и рассчитывать каждый из них самостоятельно. При этом исходные данные по полукомплектам 1 и 2 должны удовлетворять условиям:

$$\sum_{i=1}^{N(1)} \Lambda i \cong \sum_{i=N(1)+1}^{N} \Lambda i \cong 0{,}5 \sum_{i=1}^{N} \Lambda i \ ; \quad (2.8)$$

$$\Delta t_{зип(1)тр} = \Delta t_{зип(2)тр} = \Delta t_{зип\ тр} \ ; \quad (2.9)$$

$$K_{г\ зип(1)тр} \cong K_{г\ зип(2)тр} \cong \sqrt{K_{г\ зип\ тр}}. \quad (2.10)$$

2.2 Суммарные затраты на запасные части

2.2.1. Суммарные затраты на ЗЧ **всех типов в комплектах** ЗИП-О и ЗИП-Г определяют из выражений:

$$C_{\Sigma зип\text{-}о} = \sum_{i=1}^{No} n_{io} * C_{io} \qquad (2.11)$$

$$C_{\Sigma зип\text{-}г} = \sum_{i=1}^{Nг} n_{iг} * C_{iг} \qquad (2.12)$$

где n_{io}, $n_{iг}$ - начальные уровни запасов i-го типа в комплектах ЗИП-О и ЗИП-Г;

C_{io}, $C_{iг}$ - затраты на одну ЗЧ i-го типа в комплектах ЗИП-О и ЗИП-Г.

СЗ на ЗЧ могут измеряться в единицах стоимости, объема, веса и т.д. В пределах одного конкретного расчета (оценки) затраты на ЗЧ всех типов должны задаваться в одинаковых единицах.

2.2.2. При расчете запасов в комплектах ЗИП должны учитываться только суммарные затраты на ЗЧ, а не полные затраты на комплекты ЗИП, в которые, наряду с затратами на ЗЧ, входят затраты на контрольно-измерительные приборы, инструменты, материалы, запасы которых не рассчитывают по настоящим методикам.

При необходимости в расчетах могут учитываться дополнительные денежные затраты на транспортировку (доставку) ЗЧ в комплекты ЗИП из различных источников пополнения. Эти затраты целесообразно определять в расчете на одну доставку одной ЗЧ и включать в стоимость ЗЧ соответствующего типа.

2.2.3. При решении обратной задачи оптимизации (см. п. 1.6. б)) суммарные затраты на комплект ЗИП-О (ЗИП-Г) не должны превышать заданных ограничений, т.е.:

$C_{\Sigma\ зип\text{-}о} < C_{\Sigma\ зип\text{-}о\ огр}$,

$C_{\Sigma\ зип\text{-}г} < C_{\Sigma\ зип\text{-}г\ огр}$

где $C_{\Sigma\ зип\text{-}о\ огр}$ ($C_{\Sigma\ зип\text{-}г\ огр}$) - заданное ограничение по суммарным затратам на все ЗЧ в комплекте ЗИП-О (ЗИП-Г)

3.СТРАТЕГИИ ПОПОЛНЕНИЯ ЗАПАСОВ В КОМПЛЕКТАХ ЗИП

3.1 В настоящих методиках используются три типа стратегий пополнения запасов в комплектах ЗИП:

периодическое пополнение (условный индекс $\alpha_i = 1$);

периодическое пополнение с экстренными доставками ($\alpha_i = 2$);

непрерывное пополнение ($\alpha_i = 3$).

3.2. Кроме типа (индекса α_i) каждая стратегия пополнения характеризуется одним (T_i) или двумя числовыми параметрами (T_i и β_i), имеющими следующие значения:

при $\alpha_i = 1$ $T_i = T_{пi}$ - период планового пополнения запаса i-го типа;

$\beta_i = 0$ - параметр не используется;

при $\alpha_i = 2$ $T_i = T_{пi}$ - период планового пополнения запаса i-го типа;

$\beta_i = T_{эдi}$ - время экстренной доставки ЗЧ i-го типа ($T_{эдi} < 0{,}05\ T_{пi}$);

при $\alpha_i = 3$ $T_i = T_{дi}$ ($T_{рi}$) - время доставки (или ремонта) ЗЧ i-го типа;

$\beta_i = 0$ - параметр не используется.

3.3. Каждый отдельный запас в комплекте ЗИП может пополняться, в общем случае, по своей отдельной стратегии, отличающейся от других как типом (α_i), так и значениями числовых параметров (T_i, β_i). В практических расчетах целесообразно запасы СЧ, имеющих примерно одинаковые характеристики (интенсивность замен, стоимость, габариты, возможность восстановления после отказа и др.), объединять в группы с одинаковой стратегией пополнения. При выборе типа и параметров стратегии пополнения (если они не заданы в ТЗ) следует учитывать следующие рекомендации:

3.3.1. *Стратегию периодического пополнения* следует применять для запасов невосстанавливаемых СЧ (как правило, это электрорадиоизделия - ЭРИ) с относительно малой интенсивностью спроса на них и небольшими затратами (стоимостью, габаритами, весом). Эта стратегия является единственно возможной в тех случаях, когда пополнение комплекта ЗИП в интервале времени (0, $T_{пi}$) технически невозможно или связано с неоправданно большими затратами (например, для комплекта ЗИП оборудования удаленных и(или) малодоступных объектов сети связи).

3.3.2. *Стратегию периодического пополнения с экстренными доставками* рекомендуется применять для тех запасов, которые при строго периодическом пополнении оказываются неприемлемо большими по затратам (например, для пополнения комплектов ЗИП крупногабаритными, дорогими и недостаточно надежными СЧ). При этом дополнительные затраты на экстренные доставки должны иметь приемлемые размеры.

3.3.3 *Стратегию непрерывного пополнения* следует применять для запасов восстанавливаемых СЧ, которые обмениваются на исправные в органах снабжения или в комплекте ЗИП более высокого уровня, либо восстанавливаются в ремонтном органе и возвращаются в комплект ЗИП. Стратегию непрерывного поплнения целесообразно также использовать в двухуровневых системах ЗИП для пополнения запасов в одиночных комплектах ЗИП из группового комплекта системы ЗИП.

Характерным для данной стратегии является то, что заявка на пополнение формируется по каждой отказавшей СЧ отдельно, а время доставки (ремонта) - $T_{дi}$ (T_{pi}) при этом отсчитывается от момента отказа СЧ в изделии и может быть выбрано существенно меньшим, чем период пополнения - $T_{пi}$ при периодическом пополнении.

4. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ И РАСЧЕТА ЗАПАСОВ В КОМПЛЕКТАХ ЗИП.

4.1. Для оценки и расчета запасов в комплекте ЗИП (ЗИП-О или ЗИП-Г) необходимы следующие исходные данные:

а) вид показателя достаточности, а при решении прямой задачи оптимизации и требуемое (заданное) значение ($\Delta t_{зип}$ или $K_{г\,зип}$);

б) тип затрат на ЗЧ и единица их измерения, а при решении обратной задачи оптимизации и требуемое (заданное) значение ограничений по затратам ($C_{\Sigma\,огр}$);

в) коэффициент интенсивности эксплуатации изделия ($K_{из}$) - режим работы изделия: непрерывный, круглосуточный или с перерывами в работе.

Величина $K_{из}$ определяется по формуле

$$K_{из} = \frac{t_{\Sigma OP}}{t_{\Sigma OP} + t_{\Sigma OX} + t_{\Sigma TO}} \qquad (4.1)$$

где $t_{\Sigma op}$, $t_{\Sigma o\%}$ $t_{\Sigma to}$ - суммарное время нахождения изделия в основном (рабочем) режиме, в режиме ожидания применения и в режиме проведения технического обслуживания за период T_{io} соответственно;

г) параметры запасов каждого типа в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1.

Параметры запасов каждого типа в комплекте ЗИП

i	Наимен. ЗЧ	m_i (или 1), шт.	$\lambda_{зi}$ (или Λ_i), 1/ч	C_i, ус.ед.	α_i	T_i, ч	β_i, ч	n_i шт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...								
N_o								

4.2. В каждой строке таблицы 4.1 последовательно записывают численные значения следующих параметров запаса:

i - порядковый номер запаса в комплекте ЗИП;

m_i (или 1) - количество СЧ i-го типа в изделии, обслуживаемом данным комплектом ЗИП (см. п.4.3.);

$\lambda_{зi}$ - интенсивность замен СЧ i-го типа в изделии или

Λ_i - интенсивность спроса на ЗЧ i-го типа (см. п.4.3.);

C_i - затраты на одну ЗЧ i-го типа (цена, объем, масса и т.п.);

α_i, T_i, β_i - тип и параметры заданной (принятой) стратегии пополнения запаса i-го типа в комплекте ЗИП (см.п. 3.2.);

n_i - начальный уровень запаса i-го типа в комплекте ЗИП.

4.3. Для расчета комплекта ЗИП-Г необходимо также задать количество однотипных изделий (S), обслуживаемых комплектом ЗИП-Г.

Случай неоднотипных изделий в настоящих методиках не рассматривается, как редко встречающийся на практике.

4.4. В изделиях, имеющих сложную структуру, суммарный поток замен СЧ i-го типа в общем случае не совпадает с потоком отказов изделия в целом, т.к. замены отказавших СЧ в резервных устройствах не приводят к отказу изделия. Поэтому при расчете (или оценке) запасов в комплекте ЗИП для таких изделий целесообразно задавать вместо параметров m_i, $\lambda_{зi}$ обобщенный параметр - интенсивность спроса на ЗЧ i-го типа в комплект ЗИП - Λ_i, которую записывают в графу 4 таблицы 4.1, а в графе 3 проставляют единицу ($m_i = 1$).

Интенсивность спроса на ЗЧ i-го типа в комплекте ЗИП-О - Λ_{io} в общем случае определяется по формуле:

$$\Lambda_{io} = \lambda_{зio} * m_{io} \qquad (4.2)$$

Интенсивность спроса на ЗЧ i-го типа в комплекте ЗИП-Г - $\Lambda_{ijг}$ определяется по формуле, аналогичной (4.2), только для j-го образца изделия:

$$\Lambda_{ijг} = \lambda_{зijг} * m_{ijг} \qquad (4.3)$$

4.5. При определении величины $\lambda_{зi}$, записываемой в таблицу 4.1, могут учитываться многие факторы: интенсивность замен СЧ i-го типа из-за отказов в различных режимах работы изделия, профилактические замены при техническом обслуживании, из-за отказов при хранении в комплекте ЗИП, ошибочные изъятия СЧ из изделия в процессе поиска неисправности.

Однако на практике чаще всего учитывается только интенсивность замен СЧ из-за отказов в рабочем режиме изделия (как в основных - рабочих, так и в резервных устройствах) без учета перечисленных выше факторов из-за незначительного их влияния.

Поэтому в качестве $\lambda_{зi}$ используются λ_{pi} - интенсивности отказов СЧ i-го типа в рабочем режиме.

Величину λ_{pi} для ремонтируемых СЧ (ТЭЗ) получают расчетным путем, по результатам анализа статистических данных или по данным аналогов изделия, а для неремонтируемых СЧ (ЭРИ) - по справочнику /В1/.

4.6. *При оценке запасов* в комплекте ЗИП значения начальных уровней запаса (n_i) задают в качестве исходных (по данным проверяемого расчета, или по данным состава оцениваемого комплекта ЗИП) и записывают в графу 9 таблицы 4.1.

При расчете запасов в комплекте ЗИП значения n_i являются результатом решения задачи, поэтому графу 9 таблицы 4.1 при формировании исходных данных не заполняют.

4.7. В целях сокращения трудоемкости расчетов настоящие методики программно реализованы в пакете прикладных программ "Расчет оптимальных комплектов запасных элементов для ремонта сложных изделий" (ППП "РОКЗЭРСИЗ").

4.8. При подготовке исходных данных для расчета комплектов ЗИП-О или ЗИП-Г на ПЭВМ с помощью ППП "РОКЗЭРСИЗ" необходимо все запасы, имеющие одинаковые значения параметров α_i, T_i , β_i, объединять в одну группу. Общее число таких групп, предусмотренное в ППП, должно быть не более 13, а общее число запасов в комплекте ЗИП по номенклатуре - $N \leq 500$.

5.СОСТАВ МЕТОДИК И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ПРИМЕНЕНИЮ

5.1. В состав настоящего документа включены шесть методик с примерами расчета, изложенные в разделе 6:

методика 6.1 - расчет оптимальных запасов в комплекте ЗИП-О;

методика 6.2 - оценка запасов в комплекте ЗИП-О;

методика 6.3 - расчет оптимальных запасов в комплекте ЗИП-Г;

методика 6.4 - оценка запасов в комплекте ЗИП-Г;

методика 6.5- расчет оптимальных запасов в двухуровневой С ЗИП;

методика 6.6 - оценка запасов в двухуровневой С ЗИП.

5.2. Методики 6.1 и 6.3.

5.2.1. Методики 6.1 и 6.3 обеспечивают *расчет оптимальных запасов* соответственно в комплектах ЗИП-О и ЗИП-Г. Для нахождения оптимального решения в методиках применяется метод наискорейшего покоординатного спуска.

В расчетах по методикам 6.1 и 6.3 может использоваться любая из трех стратегий пополнения (α_i = 1, 2, 3).

Методики 6.1 и 6.3 позволяют решать как прямую, так и обратную задачи оптимизации (см. п.1.6 а) и 1.6 б)).

5.2.2. Методики 6.1 и 6.3 могут применяться и при отсутствии исходных данных по затратам на ЗЧ. В этом случае для всех запасов задается C_{io} (C_{ir}) = 1, а рассчитанные запасы будут минимизированными по общему количеству ЗЧ в комплекте ЗИП.

5.3. *Методики 6.2 и 6.4.*

5.3.1. Методики 6.2 и 6.4 *для оценки запасов* в комплектах ЗИП-О и ЗИП-Г соответственно применяются в следующих случаях:

а) при контрольной оценке ПД и СЗ в процессе проектирования комплектов ЗИП;

б) при оценке ПД и СЗ комплектов ЗИП, представленных на испытания с целью определения их соответствия требованиям ТЗ;

в) при определении возможности использования ранее спроектированных *или* закупаемых комплектов ЗИП в других (отличных от тех, при которых они создавались) условиях эксплуатации, при другой интенсивности спроса на ЗЧ, других стратегиях пополнения запасов, других ПД, других ограничениях на затраты и т.п.

5.3.2. Оценка достаточности запасов в комплектах ЗИП-О и ЗИП-Г проводится по показателям $\Delta t_{зип}$ и $K_{гзип}$ при использовании любой из трех стратегий пополнения (α_i = 1, 2, 3) с любыми значениями их параметров.

Оценка проверяемого на испытаниях *или* ранее разработанного комплекта ЗИП по этим ПД может проводиться независимо от того, какой ПД использовался при его проектировании и какие при этом использовались стратегии пополнения запасов.

5.3.3. *Методики 6.2 и 6.4 применяются для оценки суммарных затрат* на ЗЧ по одному или нескольким (но неодновременно) типам затрат и независимо от типа затрат, который использовался при проектировании оцениваемого комплекта ЗИП. В каждом конкретном варианте оценки СЗ

на ЗЧ затраты по всем типам запасов должны задаваться (измеряться) в одних и тех же единицах.

5.4. Методики 6.3 и 6.4 могут быть использованы *для оценки и расчета запасов* электрорадиоизделий (ЭРИ) *в комплектах ЗИП-РО*, устанавливаемых в ремонтных органах и предназначенных для обеспечения ремонта восстанавливаемых составных частей изделия. Относительно этих СЧ указанные комплекты ЗИП являются групповыми. Расчеты следует проводить при условии, что интенсивность спроса на запасные ЭРИ ($\Lambda_{iг}$) определяется суммарным потоком отказов ЭРИ $i_г$-го типа в составных частях всех типов, где они применяются, во всех образцах изделий, обслуживаемых данным комплектом ЗИП-РО.

5.5. Методики 6.5 и 6.6.

5.5.1. Методики 6.5 и 6.6 применяются для оценки и расчета запасов в двухуровневой С ЗИП, изображенной на рисунке 1.2, для изделий, выполняющих ответственные функции и (или) изделий, простой которых в неработоспособном состоянии связан с существенным материальным ущербом, особенно если такие изделия эксплуатируются на объектах, удаленных от регионального ремонтного органа (или центра сервисного обслуживания).

5.5.2. Методики 6.5 и 6.6 позволяют проводить *оценку и расчет* оптимальных запасов в двухуровневой С ЗИП: методика 6.5 предусматривает использование методик 6.1 и 6.3, а методика 6.6 - использование методик 6.2 и 6.4.

5.5.3. Настоящие методики позволяют проводить оценку и расчет запасов в двухуровневой С ЗИП при следующих ограничениях, которые соответствуют большинству случаев, встречающихся на практике:

а) все комплекты ЗИП-О в системе одинаковы (приданы однотипным изделиям);

б) все запасы в комплектах ЗИП-О пополняются только из комплекта ЗИП-Г и только по стратегии непрерывного пополнения (α_i =3 для всех $i_o = (\overline{1, N_o})$ за время $T_{діо}$.

5.5.4. Показателями достаточности двухуровневой С ЗИП являются ПД комплектов ЗИП-О ($\Delta t_{зип\text{-}о}$ или $K_{г\ зип\text{-}о}$). Показатель достаточности комплекта ЗИП-Г, находящегося на втором уровне С ЗИП, - $\Delta t_{зип\text{-}г}$, в соответствии с которым рассчитывается комплект ЗИП-Г в двухуровневой С ЗИП, используется в качестве поправки к первоначально установленным (выбранным) параметрам доставки - $T_{діон}$. Параметр $T_{діон}$ выбирается (устанавливается) в соответствии с конкретной системой технического обслуживания и ремонта, в которой используются рассчитываемые комплекты ЗИП.

Поправку вносят по формуле:

$$T_{діо} = T_{діон} + \Delta t_{зип\text{-}г} \qquad (5.1)$$

5.5.5. Суммарные затраты на ЗЧ в С ЗИП определяют из соотношения:

$$C_{\Sigma\, с\, зип} = C_{\Sigma\, с\, зип\text{-}г} + S * C_{\Sigma\, с\, зип\text{-}о} \qquad (5.2)$$

5.5.6. Исходные данные по двухуровневой С ЗИП формируют как совокупность исходных данных по комплектам ЗИП-О и ЗИП Г системы ЗИП в объеме, предусмотренном в разделе 4.

6. МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ И РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНЫХ ЗАПАСОВ В КОМПЛЕКТАХ ЗИП

6.1. *Методика расчета оптимальных запасов в комплекте ЗИП-О.*

6.1.1. Расчет оптимальных запасов в комплекте ЗИП-О проводится в следующем порядке:

а) в соответствии с п.п. 4.1, 4.2, 4.4 - 4.6 формируют исходные данные применительно к комплекту ЗИП-О.

При решении обратной задачи следует задать величину ограничения по затратам ($C_{\Sigma зип\text{-}о\ огр.}$);

б) проводят решение задачи на ПЭВМ IBM PC/AT по программе из состава ППП "РОКЗЭРСИЗ" в соответствии с руководством по применению (книга 3).

В примерах 1 и 2 приведены расчеты запасов в комплекте ЗИП-О прямая и обратная задачи соответственно.

ПРИМЕР 1. *Требуется* рассчитать оптимальный по стоимости (в условных единицах - ус.ед.) комплект ЗИП-О для общестанционного оборудования (ОСО) электронной АТС при следующих исходных данных:

а) требуемый уровень показателя достаточности $K_{г\ тр\ зип\text{-}о} = 0{,}998$ (прямая задача оптимизации);

б) режим работы оборудования - непрерывный, круглосуточный, без учета перерывов в работе ($K_{из} = 1{,}0$);

в) период планового пополнения комплекта ЗИП-О невосстанавливаемыми электрорадиоизделиями (ЭРИ) - 1 год (приблизительно 9000 ч).

Пополнение комплекта ЗИП-О восстанавливаемыми составными частями (СЧ) - ТЭЗами производится за счет отремонтированных в региональном ремонтном органе через 30 суток (720 ч).

Пополнение комплекта ЗИП-О относительно дорогими и недостаточно надежными восстанавливаемыми СЧ производится с экстренной доставкой ($\beta_{io} = 72$ ч) и с периодом пополнения $T_{io} = 1440$ ч;

г) номенклатура ЭРИ и СЧ, вводимых в состав комплекта ЗИП-О, содержит 39 наименований ($N_o = 39$). Исходные данные по каждому типу запаса приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

i_o	Наименование ЗЧ	m_{io} (шт.)	$\lambda_{эio} * 10^6$ (1/ч)	C_{io} (ус.ед.)	α_{io}	T_{io} (ч)	β_{io} (ч)	n_{io} (шт.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ТЭЗ ПКП	2	5,7	15000	3	720	0	
2	ТЭЗ ИВЭ 60/5	8	6,1	15500	3	720	0	
3	ТЭЗ ИВЭ 60/12	2	5,8	15300	3	720	0	
4	ТЭЗ ГЗК	2	5,8	15400	3	720	0	
5	ТЭЗ ППР	1	5,7	15000	3	720	0	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	ТЭЗ УСМ1	8	1,2	8000	3	720	0	
7	ТЭЗ РИ	8	11,7	10000	3	720	0	
8	ТЭЗ УСМ3	2	15,1	12000	3	720	0	
9	ТЭЗ МД	2	9,7	3000	3	720	0	
10	ТЭЗ РВ	16	11,1	11500	3	720	0	
11	ТЭЗ ИП12	2	4,0	2000	3	720	0	
12	ТЭЗ ГСЦ	4	20,0	25000	2	1440	72	
13	ТЭЗ УВ2	66	13,7	17000	2	1440	72	
14	ТЭЗ РГС	33	11,6	16500	2	1440	72	
	Вилки							
15	РП10-7 "З"	120	0,0014	300	1	9000	0	
16	РП10-7 ЛП	5	0,0014	300	1	9000	0	
17	РП10-15 Л	480	0,0014	300	1	9000	0	
18	СНП34-30	237	0,002	400	1	9000	0	
19	СНП34-69	1683	0,002	400	1	9000	0	
20	СНП34-135	155	0,002	400	1	9000	0	
	Вставки плавкие							
21	ВП1-1 1,0 А	480	0,32	100	1	9000	0	
22	ВП1-1 2,0 А	22	0,32	100	1	9000	0	
23	ВП1-1 3,0 А	105	0,32	100	1	9000	0	
24	ВП1-1 4,0 А	44	0,32	100	1	9000	0	
25	ВП1-1 5,0 А	30	0,32	100	1	9000	0	
26	ВПБ 6-7	20	0,32	120	1	9000	0	
27	ВПТ 6-33	20	0,32	120	1	9000	0	
	Конденсаторы							
28	К50-35-100 В	3	0,1	500	1	9000	0	
29	К50-35-160 В	16	0,1	500	1	9000	0	
30	К73-9-100 В	8	0,02	600	1	9000	0	
31	К73-9-150 В	6	0,02	600	1	9000	0	
32	К73-11-160 В	10000	0,02	600	1	9000	0	
33	Микропереключатель ПМ22-1-В	480	0,14	1000	1	9000	0	
	Розетки							
34	РП10-7 "З"	67	0,0014	300	1	9000	0	
35	РП10-7 ЛП	203	0,0014	300	1	9000	0	
36	РП10-15 Л	480	0,0014	300	1	9000	0	
37	РП10-22 Л	10	0,0014	300	1	9000	0	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
38	СНП34-30	100	0,002	400	1	9000	0	
39	СНП34-135	55	0,002	400	1	9000	0	

Р е ш е н и е задачи проведем в следующем порядке:

1. Выбираем 1-ый режим главного меню "Данные по элементам ЗИП" и вводим имя нового изделия (комплекта ЗИП) "ОСО", а затем - исходные данные по нему из граф 1 - 5 таблицы 6.1. После ввода экран данных по запасам примет вид, показанный на рис. 6.1 - 6.3.

2. Выходим в главное меню, выбираем режим "Вариант расчета ЗИП" и вводим последовательно остальные заданные условия примера, а именно:

вид комплекта ЗИП - одиночный (О);

тип задачи - прямая задача оптимизации (S);

тип ПД - коэффициент готовности (K);

заданное значение ПД - 0,998;

количество групп ЗЧ с разными стратегиями пополнения - 3;

данные по стратегиям пополнения для каждой группы приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2

Номер группы ЗЧ	1	2	3
Тип стратегии (α_{io})	3	2	1
Номер i-го запаса, пополняемого по данной стратегии	1	12	15
Первый параметр стратегии пополнения (T_{io})	720	1440	9000
Второй параметр стратегии пополнения (β_{io})	0	72	0

После ввода этих данных экран вариантов примет вид, показанный на рис. 6.4.

3. Снова выходим в главное меню и выбираем режим "Расчет ЗИП", в котором ПЭВМ производит расчет оптимальных запасов и суммарных затрат на ЗЧ и выдает на экран результаты расчета (рис. 6.5, 6.6, 6.7).

4. В отличие от распечаток исходных данных (рис.6.1,6.2,6.3) на распечатках результатов расчета (рис.6.5,6.6,6.7) заполнена последняя графа "ЗИП" - количество ЗЧ каждого типа, а также указаны обобщенные характеристики рассчитанного комплекта ЗИП: достигнутый уровень показателя достаточности (ПД), суммарные затраты (C_Σ) и суммарное количество ЗЧ (Σn_{io}). Кроме того, в четвертой графе вместо интенсивности замен приведена величина a_{io} - среднее число заявок в комплект ЗИП-О на ЗЧ i-го типа за период пополнения T_{io}, которую удобно сравнивать с величинами n_{io}.

Величина a_{io} определяется по формуле

$$a_{io} = m_{io} * \lambda_{3io} * T_{io} \qquad (6.1)$$

OSO

Данные по запасам

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Интенсивность замен	Стоимость элемента	ЗИП
1	Ячейка ПКП	2	0.000005700	15000.00	0
2	Ячейка ИВ960\5	8	0.000006100	15500.00	0
3	Ячейка ИВ960\12	2	0.000005800	15300.00	0
4	Ячейка ГЗК	2	0.000005800	15400.00	0
5	Ячейка ППР	1	0.000005700	15000.00	0
6	Ячейка УСМ1	8	0.000001200	8000.00	0
7	Ячейка РИ	8	0.000011700	10000.00	0
8	Ячейка УСМ3	2	0.000015100	12000.00	0
9	Ячейка МД	2	0.000009700	3000.00	0
10	Ячейка РВ	16	0.000011100	11500.00	0
11	Ячейка ИП-12	2	0.000004000	2000.00	0
12	Ячейка ГСЦ	4	0.000020000	25000.00	0
13	Ячейка УВ2	66	0.000013700	17000.00	0
14	Ячейка РГС	33	0.000011600	16500.00	0
15	Вилка РП10-7"З"	1	0.000000168	300.00	0

F1 - Помощь ESC - Выход

Рис. 6.I

OSO

Данные по запасам

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Интенсивность замен	Стоимость элемента	ЗИП
16	Вилка РП10-7/П	1	0.000000007	300.00	0
17	Вилка РП10-15/1	1	0.000000672	300.00	0
18	Вилка СНП34-30	1	0.000000474	400.00	0
19	Вилка СНП34-69	1	0.000003366	400.00	0
20	Вилка СНП34-135	1	0.000000310	400.00	0
21	Вставка плавк. ВП1-1 1,0А	480	0.000000320	100.00	0
22	Вставка плавк. ВП1-1 2,0А	22	0.000000320	100.00	0
23	Вставка плавк. ВП1-1 3,0А	105	0.000000320	100.00	0
24	Вставка плавк. ВП1-1 4,0А	44	0.000000320	100.00	0
25	Вставка плавк. ВП1-1 5,0А	30	0.000000320	100.00	0
26	Вставка плавк. ВПБ6-7	20	0.000000320	120.00	0
27	Вставка плавк. ВПТ6-33	20	0.000000320	120.00	0
28	Конденсатор К50-35-100В	3	0.000000100	500.00	0
29	Конденсатор К50-35-160В	16	0.000000100	500.00	0
30	Конденсатор К73-9-100В	8	0.000000020	600.00	0

F1 - Помощь ESC - Выход

Рис. 6.2

ОБО

Данные по запасам

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Интенсивность замен	Стоимость элемента	ЗИП
31	Конденсатор К73-9-150В	6	0.000000020	600.00	0
32	Конденсатор К73-11-160В	1	0.000200000	600.00	0
33	Микропереключатель	480	0.000000140	1000.00	0
34	Розетка РП10-7"З"	1	0.000000094	300.00	0
35	Розетка РП10-7Л1	1	0.000000284	300.00	0
36	Розетка РП10-15Л	1	0.000000672	300.00	0
37	Розетка РП10-22Л	1	0.000000014	300.00	0
38	Розетка СНП34-30	1	0.000000200	400.00	0
39	Розетка СНП34-135	1	0.000000110	400.00	0

F1 - Помощь ESC - Выход

Рис. 6.3

Перебор Создание Удаление Копирование Изменение Помощь Выход

Изделие OSO

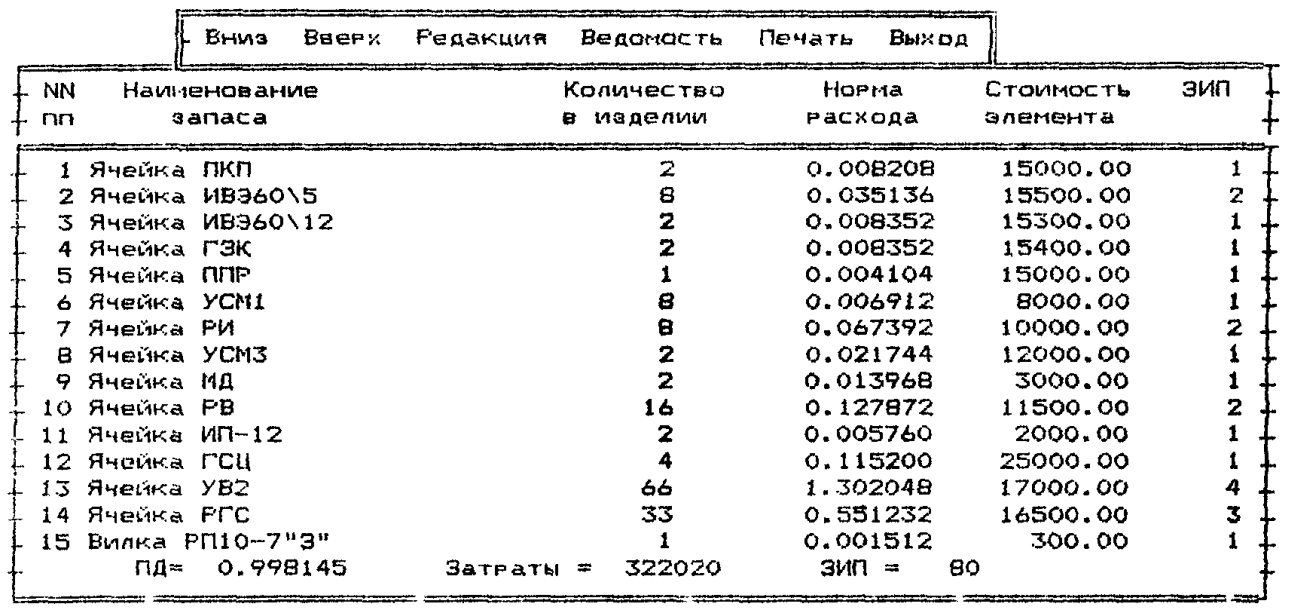
ЗИП-О Тип задачи-S Тип ПД-К Заданное значение показателя 0.9980000
Количество разных стратегий пополнения 3

Данные по стратегиям пополнения

Тип стратегии	Номер первого запаса пополн. по стратегии	Первый параметр	Второй параметр
3	1	720.00	0.00
2	12	1440.00	72.00
1	15	9000.00	0.00

Последовательно перебирает варианты

Рис. 6.4



Вниз Вверх Редакция Ведомость Печать Выход

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Стоимость элемента	ЗИП
1	Ячейка ПКП	2	0.008208	15000.00	1
2	Ячейка ИВЭ60\5	8	0.035136	15500.00	2
3	Ячейка ИВЭ60\12	2	0.008352	15300.00	1
4	Ячейка ГЗК	2	0.008352	15400.00	1
5	Ячейка ППР	1	0.004104	15000.00	1
6	Ячейка УСМ1	8	0.006912	8000.00	1
7	Ячейка РИ	8	0.067392	10000.00	2
8	Ячейка УСМ3	2	0.021744	12000.00	1
9	Ячейка МД	2	0.013968	3000.00	1
10	Ячейка РВ	16	0.127872	11500.00	2
11	Ячейка ИП-12	2	0.005760	2000.00	1
12	Ячейка ГСЦ	4	0.115200	25000.00	1
13	Ячейка УВ2	66	1.302048	17000.00	4
14	Ячейка РГС	33	0.551232	16500.00	3
15	Вилка РП10-7"З"	1	0.001512	300.00	1
	ПД= 0.998145 Затраты = 322020		ЗИП = 80		

Показывает следующую страницу

Рис. 6.5

Вниз Вверх Редакция Ведомость Печать Выход

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Стоимость элемента	ЗИП
16	Вилка РП10-7ЛП	1	0.000063	300.00	1
17	Вилка РП10-15Л	1	0.006048	300.00	1
18	Вилка СНП34-30	1	0.004266	400.00	1
19	Вилка СНП34-69	1	0.030294	400.00	2
20	Вилка СНП34-135	1	0.002790	400.00	1
21	Вставка плавк. ВП1-1 1,0А	480	1.382400	100.00	8
22	Вставка плавк. ВП1-1 2,0А	22	0.063360	100.00	3
23	Вставка плавк. ВП1-1 3,0А	105	0.302400	100.00	4
24	Вставка плавк. ВП1-1 4,0А	44	0.126720	100.00	3
25	Вставка плавк. ВП1-1 5,0А	30	0.086400	100.00	3
26	Вставка плавк. ВПБ6-7	20	0.057600	120.00	3
27	Вставка плавк. ВПТ6-33	20	0.057600	120.00	3
28	Конденсатор К50-35-100В	3	0.002700	500.00	1
29	Конденсатор К50-35-160В	16	0.014400	500.00	2
30	Конденсатор К73-9-100В	8	0.001440	600.00	1
	ПД= 0.998145 Затраты = 322020		ЗИП = 80		

Показывает следующую страницу

Рис. 6.6

Вниз Вверх Редакция Ведомость Печать Выход

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Стоимость элемента	ЗИП
31	Конденсатор К73-9-150В	6	0.001080	600.00	1
32	Конденсатор К73-11-160В	1	1.800000	600.00	8
33	Микропереключатель	480	0.604800	1000.00	5
34	Розетка РП10-7"З"	1	0.000846	300.00	1
35	Розетка РП10-7ЛП	1	0.002556	300.00	1
36	Розетка РП10-15Л	1	0.006048	300.00	1
37	Розетка РП10-22Л	1	0.000126	300.00	1
38	Розетка СНП34-30	1	0.001800	400.00	1
39	Розетка СНП34-135	1	0.000990	400.00	1

ПД= 0.998145 Затраты = 322020 ЗИП = 80

Показывает следующую страницу

Рис. 6.7

Произведен прямой расчет одиночного комплекта ЗИП для изделия OSO.

Количество типов элементов - 39

Тип показателя - коэффициент готовности

Заданное значение показателя - 0.99800

Получено значение показателя - 0.99814

Затраты на комплект - 322020.00

Общее количество элементов в комплекте - 80

Суммарная интенсивность спроса 0.00230

Ведомость ЗИП

Таблица 6.3

Nio	Наименование запаса	Кол. в изд.	Затраты на элем.	Страт. поп-я	Перв. парам.	Норма расхода	Кол-во в ЗИП
1	Ячейка ПКП	2	15000.00	3	720.00	0.0082	1
2	Ячейка ИВ360\5	8	15500.00	3	720.00	0.0351	2
3	Ячейка ИВ360\12	2	15300.00	3	720.00	0.0084	1
4	Ячейка ГЗК	2	15400.00	3	720.00	0.0084	1
5	Ячейка ППР!	1	15000.00	3	720.00	0.0041	1
6	Ячейка УСМ1	8	8000.00	3	720.00	0.0069	1
7	Ячейка РИ	8	10000.00	3	720.00	0.0674	2
8	Ячейка УСИЗ	2	12000.00	3	720.00	0.0217	1
9	Ячейка ИД	2	3000.00	3	720.00	0.0140	1
10	Ячейка РВ	16	11500.00	3	720.00	0.1279	2
11	Ячейка ИП-12	2	2000.00	3	720.00	0.0058	1
12	Ячейка ГСЦ	4	25000.00	2	1440.00	0.1152	1
13	Ячейка УВ2	66	17000.00	2	1440.00	1.3020	4
14	Ячейка РГС	33	16500.00	2	1440.00	0.5512	3
15	Вилка РП10-7"З"	1	300.00	1	9000.00	0.0015	1
16	Вилка РП10-7ЛП	1	300.00	1	9000.00	0.0001	1
17	Вилка РП10-15Л	1	300.00	1	9000.00	0.0060	1
18	Вилка СНП34-30	1	400.00	1	9000.00	0.0043	1
19	Вилка СНП34-69	1	400.00	1	9000.00	0.0303	2

Nio	Наименование запаса	Кол. в изд.	Затраты на элем.	Страт. поп-я	Перв. парам.	Норма расхода	Кол-во в ЗИП
20	Вилка СНП34-135	1	400.00	1	9000.00	0.0028	1
21	Вставка плавк. ВП1-1 1,0А	480	100.00	1	9000.00	1.3824	8
22	Вставка плавк. ВП1-1 2,0А	22	100.00	1	9000.00	0.0634	3
23	Вставка плавк. ВП1-1 3,0А	105	100.00	1	9000.00	0.3024	4
24	Вставка плавк. ВП1-1 4,0А	44	100.00	1	9000.00	0.1267	3
25	Вставка плавк. ВП1-1 5,0А	30	100.00	1	9000.00	0.0864	3
26	Вставка плавк. ВПБ6-7	20	120.00	1	9000.00	0.0576	3
27	Вставка плавк. ВПТо-33	20	120.00	1	9000.00	0.057б	3
28	Конденсатор К50-35-100В	3	500.00	1	9000.00	0.0027	1
29	Конденсатор К50-35-160В	16	500.00	1	9000.00	0.0144	2
30	Конденсатор К73-9-100В	8	600.00	1	9000.00	0.0014	1
31	Конденсатор К73-9-150В	6	600.00	1	9000.00	0.0011	1
32	Конденсатор К73-11-1б0В	1	600.00	1	9000.00	1.8000	8
33	Микропереключатель	480	1000.00	1	9000.00	0.6048	5
34	Розетка РП10-7"З"	1	300.00	1	9000.00	0.0008	1
35	Розетка РП10-7Л	1	300.00	1	9000.00	0.0026	1
36	Розетка РП10-15Л	1	300.00	1	9000.00	0.0060	1
37	Розетка РП10-22Л	1	300.00	1	9000.00	0.0001	1
38	Розетка СНП34-30	1	400.00	1	9000.00	0.0018	1
39	Розетка СНП34-135	1	400.00	1	9000.00	0.0010	1

В верхней части рис. 6.5,6.6,6.7 видно "подменю" режимов работы с результатами расчета. В режиме "Редакция" можно, при необходимости, изменить значение n_{io}. При этом автоматически пересчитываются значения ПД, C_{Σ} и Σn_{io} . В режиме "Ведомость" отредактированный комплект ЗИП записывается в специальный файл, откуда затем может быть распечатан по заранее подготовленной форме "Ведомость ЗИП". Пример такой распечатки приведен в табл.6.3.

5. Как видно из результатов расчета (рис.6.5,6.6,6.7 и табл.6.3) при заданных в примере 1 условиях оптимальный комплект ЗИП-О для изделия ОСО содержит 80 запасных частей на общую сумму 322020,0 ус.ед. Суммарная интенсивность спроса $\Sigma\Lambda_{io} = 0{,}0023$.

Полученному значению $K_{г\ зип\text{-}o} = 0{,}998145$ соответствует $\Delta t_{зип\text{-}o} = 0{,}8$ ч.

$$\Delta t_{зип\text{-}o} = \frac{-\ln K_{г}}{\Sigma\Lambda_{io}} = \frac{-\ln 0{,}998145}{0{,}0023} = \frac{0{,}00184}{0{,}0023} = 0{,}8 \text{ ч}$$

ПРИМЕР 2. *Требуется* рассчитать оптимальный по уровню показателя достаточности ($K_{г\ зип\text{-}o}$) комплект ЗИП-О при заданных ограничениях по стоимости - $C_{\Sigma\ зип\text{-}o\ огр} = 322020{,}0$ ус.ед. (обратная задача оптимизации) для изделия ОСО при тех же исходных данных, что и в примере 1.

Величина $C_{\Sigma\ зип\text{-}o\ огр}$ принята равной суммарным затратам на комплект ЗИП-О, полученным в примере 1, для возможности сопоставления результатов решения прямой и обратной задач оптимизации при одинаковых условиях.

Р е ш е н и е проведем по той же программе из ППП "РОКЗЭРСИЗ" и по тем же исходным данным, что в примере 1, за исключением данных по варианту расчета ЗИП. Для изменения варианта необходимо и достаточно изменить данные в "окнах": "Тип задачи" - вместо " S " следует установить " R " - обратная задача оптимизации; "Заданное значение показателя" вместо $K_{г\ зип\text{-}o} = 0{,}998$ установить величину - $C_{\Sigma\ зип\text{-}o\ огр} = 322021{,}0$ ус.ед. ($C_{\Sigma\ зип\text{-}o\ огр}$ увеличена на единицу, т.к. в программе условие окончания пошаговой оптимизации записано в виде $C_{\Sigma\ зип\text{-}o} < C_{\Sigma\ зип\text{-}o\ огр}$).

После внесения указанных изменений экран вариантов примет вид, показанный на рис.6.8.

Обобщенные данные по расчету и ведомость ЗИП-О показаны на рис. 6.9,6.10,6.11 и в табл.6.4.

Сравнивая ведомости ЗИП, представленные в табл. 6.3 и 6.4, видим, что результаты решения прямой и обратной задач оптимизации комплекта ЗИП-О с помощью ППП "РОКЗЭРСИЗ" (при одинаковых условиях) одинаковы.

Перебор Создание Удаление Копирование Изменение Помощь Выход

Изделие 050

ЗИП-0 Тип задачи-R Тип ПД-К Заданное значение показателя 322021.0000000

Количество разных стратегий пополнения 3

Данные по стратегиям пополнения

Тип стратегии	Номер первого запаса пополн. по стратегии	Первый параметр	Второй параметр
3	1	720.00	0.00
2	12	1440.00	72.00
1	15	9000.00	0.00

Последовательно перебирает варианты

Рис. 6.8

Вниз Вверх Редакция Ведомость Печать Выход

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Стоимость элемента	ЗИП
1	Ячейка ПКП	2	0.008208	15000.00	1
2	Ячейка ИВ360\5	8	0.035136	15500.00	2
3	Ячейка ИВ360\12	2	0.008352	15300.00	1
4	Ячейка ГЗК	2	0.008352	15400.00	1
5	Ячейка ППР	1	0.004104	15000.00	1
6	Ячейка УСМ1	8	0.006912	8000.00	1
7	Ячейка РИ	8	0.067392	10000.00	2
8	Ячейка УСМ3	2	0.021744	12000.00	1
9	Ячейка МД	2	0.013968	3000.00	1
10	Ячейка РВ	16	0.127872	11500.00	2
11	Ячейка ИП-12	2	0.005760	2000.00	1
12	Ячейка ГСЦ	4	0.115200	25000.00	1
13	Ячейка УВ2	66	1.302048	17000.00	4
14	Ячейка РГС	33	0.551232	16500.00	3
15	Вилка РП10-7"З"	1	0.001512	300.00	1
	ПД= 0.998145	Затраты = 322020	ЗИП = 80		

Показывает следующую страницу

Рис. 6.9

Вниз Вверх Редакция Ведомость Печать Выход

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Стоимость элемента	ЗИП
16	Вилка РП10-7Л	1	0.000063	300.00	1
17	Вилка РП10-15Л	1	0.006048	300.00	1
18	Вилка СНП34-30	1	0.004266	400.00	1
19	Вилка СНП34-69	1	0.030294	400.00	2
20	Вилка СНП34-135	1	0.002790	400.00	1
21	Вставка плавк. ВП1-1 1,0А	480	1.382400	100.00	8
22	Вставка плавк. ВП1-1 2,0А	22	0.063360	100.00	3
23	Вставка плавк. ВП1-1 3,0А	105	0.302400	100.00	4
24	Вставка плавк. ВП1-1 4,0А	44	0.126720	100.00	3
25	Вставка плавк. ВП1-1 5,0А	30	0.086400	100.00	3
26	Вставка плавк. ВПБ6-7	20	0.057600	120.00	3
27	Вставка плавк. ВПТ6-33	20	0.057600	120.00	3
28	Конденсатор К50-35-100В	3	0.002700	500.00	1
29	Конденсатор К50-35-160В	16	0.014400	500.00	2
30	Конденсатор К73-9-100В	8	0.001440	600.00	1
	ПД= 0.998145 Затраты = 322020		ЗИП = 80		

Показывает следующую страницу

Рис. 6.10

Вниз Вверх Редакция Ведомость Печать Выход

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Стоимость элемента	ЗИП
31	Конденсатор К73-9-150В	6	0.001080	600.00	1
32	Конденсатор К73-11-160В	1	1.800000	600.00	8
33	Микропереключатель	480	0.604800	1000.00	5
34	Розетка РП10-7"З"	1	0.000846	300.00	1
35	Розетка РП10-7ЛП	1	0.002556	300.00	1
36	Розетка РП10-15Л	1	0.006048	300.00	1
37	Розетка РП10-22Л	1	0.000126	300.00	1
38	Розетка СНП34-30	1	0.001800	400.00	1
39	Розетка СНП34-135	1	0.000990	400.00	1

ПД= 0.998145 Затраты = 32?020 ЗИП = 80

Показывает следующую страницу

Рис. 6.II

Произведен обратный расчет одиночного комплекта ЗИП для изделия ОБЮ.

Количество типов элементов - 39

Тип показателя - коэффициент готовности

Заданное значение показателя затрат - 322021.00

Получено значение показателя - 0.99814

Затраты на комплект - 322020.00

Общее количество элементов в комплекте - 80

Суммарная интенсивность спроса 0.00230

Ведомость ЗИП

Таблица 6.4

N i o	Наименование запаса	Кол. в изд.	Затраты на элем.	Страт. поп-я	Перв. парам.	Норма расхода	Кол-во в ЗИП
1	Ячейка ПКП	2	15000.00	3	720.00	0.0082	1
2	Ячейка ИВ960\5	8	15500.00	3	720.00	0.0351	2
3	Ячейка ИВ960\12	2	15300.00	3	720.00	0.0084	1
4	Ячейка ГЗК	2	15400.00	3	720.00	0.0084	1
5	Ячейка ППР	1	15000.00	3	720.00	0.0041	1
6	Ячейка УСМ1	8	8000.00	3	720.00	0.0069	1
7	Ячейка РИ	8	10000.00	3	720.00	0.0674	2
8	Ячейка УСМ3	2	12000.00	3	720.00	0.0217	1
9	Ячейка МД	2	3000.00	3	720.00	0.0140	1
10	Ячейка РВ	16	11500.00	3	720.00	0.1279	2
11	Ячейка ИП-12	2	2000.00	3	720.00	0.0058	1
12	Ячейка ГСЦ	4	25000.00	2	1440.00	0.1152	1
13	Ячейка УВ2	66	17000.00	2	1440.00	1.3020	4
14	Ячейка РГС	33	16500.00	2	1440.00	0.5512	3
15	Вилка РП10-7"З"	1	300.00	1	9000.00	0.0015	1
16	Вилка РП10-7ЛП	1	300.00	1	9000.00	0.0001	1
17	Вилка РП10-15Л	1	300.00	1	9000.00	0.0060	1
18	Вилка СНП34-30	1	400.00	1	9000.00	0.0043	1
19	Вилка СНП34-69	1	400.00	1	9000.00	0.0303	2

№п	Наименование запаса	Кол. в изд.	Затраты на элем.	Страт. поп-я	Перв. парам.	Норма расхода	Кол-во в ЗИП
20	Вилка СНП34-135	1	400.00	1	9000.00	0.0028	1
21	Вставка плавк. ВП1-1 1,0А	480	100.00	1	9000.00	1.3824	8
22	Вставка плавк. ВП1-1 2,0А	22	100.00	1	9000.00	0.0634	3
23	Вставка плавк. ВП1-1 3,0А	105	100.00	1	9000.00	0.3024	4
24	Вставка плавк. ВП1-1 4,0А	44	100.00	1	9000.00	0.1267	3
25	Вставка плавк. ВП1-1 5,0А	30	100.00	1	9000.00	0.0864	3
26	Вставка плавк. ВПБ6-7	20	120.00	1	9000.00	0.0576	3
27	Вставка плавк. ВПТ6-33	20	120.00	1	9000.00	0.0576	3
28	Конденсатор К50-35-100В	3	500.00	1	9000.00	0.0027	1
29	Конденсатор К50-35-160В	16	500.00	1	9000.00	0.0144	2
30	Конденсатор К73-9-100В	8	600.00	1	9000.00	0.0014	1
31	Конденсатор К73-9-150В	6	600.00	1	9000.00	0.0011	1
32	Конденсатор К73-11-160В	1	600.00	1	9000.00	1.8000	8
33	Микропереключатель	480	1000.00	1	9000.00	0.6048	5
34	Розетка РП10-7"3"	1	300.00	1	9000.00	0.0008	1
35	Розетка РП10-7Л1	1	300.00	1	9000.00	0.0026	1
36	Розетка РП10-15Л	1	300.00	1	9000.00	0.0060	1
37	Розетка РП10-22Л	1	300.00	1	9000.00	0.0001	1
38	Розетка СНП34-30	1	400.00	1	9000.00	0.0018	1
39	Розетка СНП34-135	1	400.00	1	9000.00	0.0010	1

6.2. ***Методика оценки запасов в комплекте ЗИП-О***

6.2.1. Оценка запасов в комплекте ЗИП-О проводится в следующем порядке:

а) в соответствии с п.п. 4.1, 4.2, 4.4 - 4.6 формируют исходные данные применительно к комплекту ЗИП-О.

При оценке запасов определяются значения ПД и СЗ комплекта ЗИП-О при известном количестве ЗЧ и заданной стратегии пополнения;

б) проводят решение задачи на ПЭВМ IBM PC/AT по программе из состава ППП "РОКЗЭРСИЗ" в соответствии с руководством по применению (книга 3).

В примере 3 приведен оценочный расчет комплекта ЗИП-О.

ПРИМЕР 3. Требуется оценить запасы - определить показатель достаточности ($К_{Гзип-о}$) и суммарные затраты ($С_{\Sigma зип-о}$) комплекта ЗИП-О изделия ОСО при тех же исходных данных, что и в примере 1, кроме п. а). Количество ЗЧ каждого типа в комплекте ЗИП-О принято равным количеству, полученному в примере 1 (табл. 6.3), для возможности проведения сравнения результатов расчета.

Р е ш е н и е задачи проведем по тем же исходным данным, что в примере 1, за исключением п. а) - показатель достаточности комплекта ЗИП-О в данной задаче должен быть рассчитан. Кроме того, в табл. 6.1 должна быть заполнена графа 9 - количество ЗЧ в комплекте ЗИП-О (n_{io}). Таблица исходных данных примет вид:

Таблица 6.5

i_o	Наименование ЗЧ	m_{io} (шт.)	$\lambda_{зio} *10^6$ (1/ч)	C_{io} (ус.ед.)	α_{io}	T_{io} (ч)	β_{io} (ч)	n_{io} (шт.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ТЭ3 ПКП	2	5,7	15000	3	720	0	1
2	ТЭ3 ИВЭ 60/5	8	6,1	15500	3	720	0	2
3	ТЭ3 ИВЭ 60/12	2	5,8	15300	3	720	0	1
4	ТЭ3 ГЗК	2	5,8	15400	3	720	0	1
5	ТЭ3 ППР	1	5,7	15000	3	720	0	1
6	ТЭ3 УСМ1	8	1,2	8000	3	720	0	1
7	ТЭ3 РИ	8	11,7	10000	3	720	0	2
8	ТЭ3 УСМ3	2	15,1	12000	3	720	0	1
9	ТЭ3 МД	2	9,7	3000	3	720	0	1
10	ТЭ3 РВ	16	11,1	11500	3	720	0	2
11	ТЭ3 ИП12	2	4,0	2000	3	720	0	1
12	ТЭ3 ГСЦ	4	20,0	25000	2	1440	72	1
13	ТЭ3 УВ2	66	13,7	17000	2	1440	72	4
14	ТЭ3 РГС	33	11,6	16500	2	1440	72	3

	Вилки							
15	РП10-7 "З"	120	0,0014	300	1	9000	0	1
16	РП10-7 ЛП	5	0,0014	300	1	9000	0	1
17	РП10-15 Л	480	0,0014	300	1	9000	0	1
1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	СНП34-30	237	0,002	400	1	9000	0	1
19	СНП34-69	1683	0,002	400	1	9000	0	2
20	СНП34-135	155	0,002	400	1	9000	0	1
	Вставки плавкие							
21	ВП1-1 1,0 А	480	0,32	100	1	9000	0	8
22	ВП1-1 2,0 А	22	0,32	100	1	9000	0	3
23	ВП1-1 3,0 А	105	0,32	100	1	9000	0	4
24	ВП1-1 4,0 А	44	0,32	100	1	9000	0	3
25	ВП1-1 5,0 А	30	0,32	100	1	9000	0	3
26	ВПБ 6-7	20	0,32	120	1	9000	0	3
27	ВПТ 6-33	20	0,32	120	1	9000	0	3
	Конденсаторы							
28	К50-35-100 В	3	0,1	500	1	9000	0	1
29	К50-35-160 В	16	0,1	500	1	9000	0	2
30	К73-9-100 В	8	0,02	600	1	9000	0	1
31	К73-9-150 В	6	0,02	600	1	9000	0	1
32	К73-11-160 В	10000	0,02	600	1	9000	0	8
33	Микропереключатель ПМ22-1-В	480	0,14	1000	1	9000	0	5
	Розетки							
34	РП10-7 "З"	67	0,0014	300	1	9000	0	1
35	РП10-7 ЛП	203	0,0014	300	1	9000	0	1
36	РП10-15 Л	480	0,0014	300	1	9000	0	1
37	РП10-22 Л	10	0,0014	300	1	9000	0	1
38	СНП34-30	100	0,002	400	1	9000	0	1
39	СНП34-135	55	0,002	400	1	9000	0	1

В связи с этим экран данных по запасам примет вид, показанный на рис. 6.12, 6.13, 6.14.

Экран вариантов примет вид, показанный на рис. 6.15.

Результаты расчета по оценке комплекта ЗИП-О показаны на рис. 6.16, 6.17 и 6.18. Сравнивая данные рис. 6.5, 6.6, 6.7 и 6.16, 6.17, 6.18, видим, что $К_{гзип\text{-}о}$ и $С_{\Sigma зип\text{-}о}$ в примерах 1 и 3 одинаковы.

Данные по запасам

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Интенсивность замен	Стоимость элемента	ЗИП
1	Ячейка ПКП	2	0.000005700	15000.00	1
2	Ячейка ИВЭ60\5	8	0.000006100	15500.00	2
3	Ячейка ИВЭ60\12	2	0.000005800	15300.00	1
4	Ячейка ГЗК	2	0.000005800	15400.00	1
5	Ячейка ППР	1	0.000005700	15000.00	1
6	Ячейка УСМ1	8	0.000001200	8000.00	1
7	Ячейка РИ	8	0.000011700	10000.00	2
8	Ячейка УСМ3	2	0.000015100	12000.00	1
9	Ячейка МД	2	0.000009700	3000.00	1
10	Ячейка РВ	16	0.000011100	11500.00	2
11	Ячейка ИП-12	2	0.000004000	2000.00	1
12	Ячейка ГСЦ	4	0.000020000	25000.00	1
13	Ячейка УВ2	66	0.000013700	17000.00	4
14	Ячейка РГС	33	0.000011600	16500.00	3
15	Вилка РП10-7"3"	1	0.000000168	300.00	1

F1 - Помощь ESC - Выход

Рис.6.12

Данные по запасам

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Интенсивность замен	Стоимость элемента	ЗИП
16	Вилка РП10-7ЛП	1	0.000000007	300.00	1
17	Вилка РП10-15Л	1	0.000000672	300.00	1
18	Вилка СНП34-30	1	0.000000474	400.00	1
19	Вилка СНП34-69	1	0.000003366	400.00	2
20	Вилка СНП34-135	1	0.000000310	400.00	1
21	Вставка плавк. ВП1-1 1,0А	480	0.000000320	100.00	8
22	Вставка плавк. ВП1-1 2,0А	22	0.000000320	100.00	3
23	Вставка плавк. ВП1-1 3,0А	105	0.000000320	100.00	4
24	Вставка плавк. ВП1-1 4,0А	44	0.000000320	100.00	3
25	Вставка плавк. ВП1-1 5,0А	30	0.000000320	100.00	3
26	Вставка плавк. ВПБ6-7	20	0.000000320	120.00	3
27	Вставка плавк. ВПТ6-33	20	0.000000320	120.00	3
28	Конденсатор К50-35-100В	3	0.000000100	500.00	1
29	Конденсатор К50-35-160В	16	0.000000100	500.00	2
30	Конденсатор К73-9-100В	8	0.000000020	600.00	1

F1 - Помощь ESC - Выход

Рис. 6.13

ОБО

Данные по запасам

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Интенсивность замен	Стоимость элемента	ЗИП
31	Конденсатор К73-9-150В	6	0.000000020	600.00	1
32	Конденсатор К73-11-160В	1	0.000200000	600.00	8
33	Микропереключатель	480	0.000000140	1000.00	5
34	Розетка РП10-7"З"	1	0.000000094	300.00	1
35	Розетка РП10-7Л	1	0.000000284	300.00	1
36	Розетка РП10-15Л	1	0.000000672	300.00	1
37	Розетка РП10-22Л	1	0.000000014	300.00	1
38	Розетка СНП34-30	1	0.000000200	400.00	1
39	Розетка СНП34-135	1	0.000000110	400.00	1

F1 - Помощь ESC - Выход

Рис. 6.I4

Перебор Создание Удаление Копирование Изменение Помощь Выход

Изделие 050

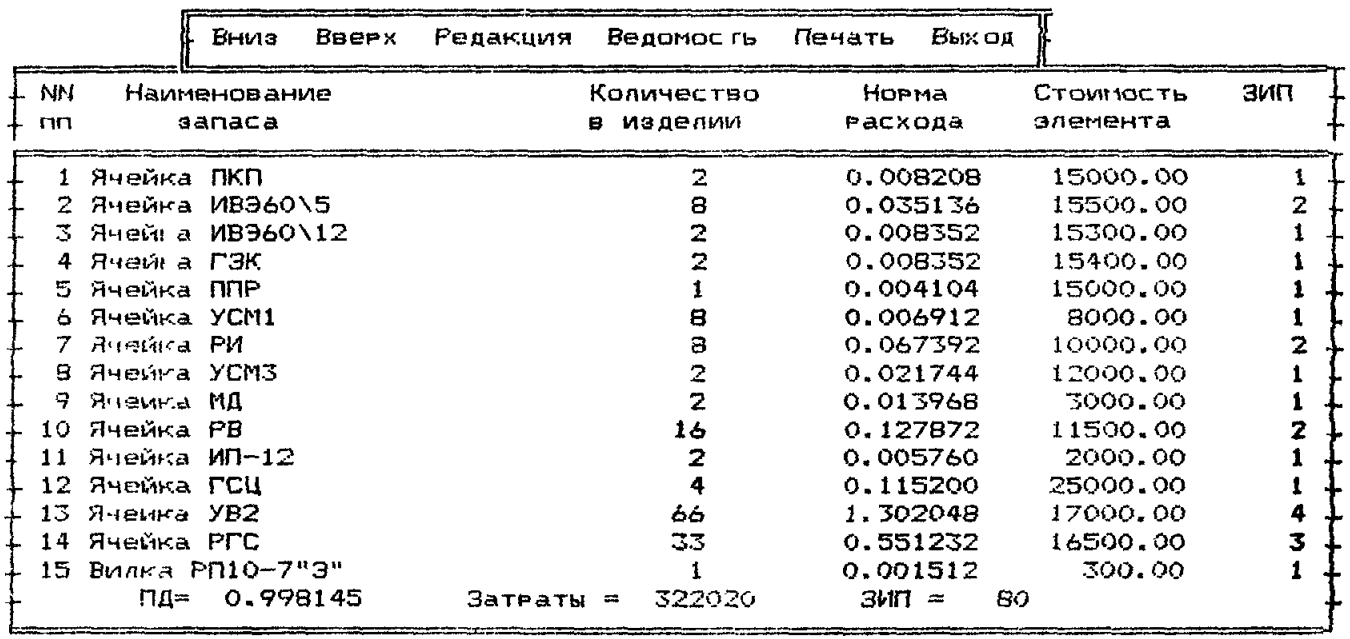
ЗИП-0 Тип задачи-Е Тип ПД-К Заданное значение показателя
Количество разных стратегий пополнения 3

Данные по стратегиям пополнения

Тип стратегии	Номер первого запаса пополн. по стратегии	Первый параметр	Второй параметр
3	1	720.00	0.00
2	12	1440.00	72.00
1	15	9000.00	0.00

Последовательно перебирает варианты

Рис. 6.15



Вниз Вверх Редакция Ведомость Печать Выход

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Стоимость элемента	ЗИП
1	Ячейка ПКП	2	0.008208	15000.00	1
2	Ячейка ИВЭ60\5	8	0.035136	15500.00	2
3	Ячейка ИВЭ60\12	2	0.008352	15300.00	1
4	Ячейка ГЗК	2	0.008352	15400.00	1
5	Ячейка ППР	1	0.004104	15000.00	1
6	Ячейка УСМ1	8	0.006912	8000.00	1
7	Ячейка РИ	8	0.067392	10000.00	2
8	Ячейка УСМ3	2	0.021744	12000.00	1
9	Ячейка МД	2	0.013968	3000.00	1
10	Ячейка РВ	16	0.127872	11500.00	2
11	Ячейка ИП-12	2	0.005760	2000.00	1
12	Ячейка ГСЦ	4	0.115200	25000.00	1
13	Ячейка УВ2	66	1.302048	17000.00	4
14	Ячейка РГС	33	0.551232	16500.00	3
15	Вилка РП10-7"З"	1	0.001512	300.00	1

ПД= 0.998145 Затраты = 322020 ЗИП = 80

Показывает следующую страницу

Рис. 6.16

Вниз Вверх Редакция Ведомость Печать Выход

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Стоимость элемента	ЗИП
16	Вилка РП10-7Л	1	0.000063	300.00	1
17	Вилка РП10-15Л	1	0.006048	300.00	1
18	Вилка СНП34-30	1	0.004266	400.00	1
19	Вилка СНП34-69	1	0.030294	400.00	2
20	Вилка СНП34-135	1	0.002790	400.00	1
21	Вставка плавк. ВП1-1 1,0А	480	1.382400	100.00	8
22	Вставка плавк. ВП1-1 2,0А	22	0.063360	100.00	3
23	Вставка плавк. ВП1-1 3,0А	105	0.302400	100.00	4
24	Вставка плавк. ВП1-1 4,0А	44	0.126720	100.00	3
25	Вставка плавк. ВП1-1 5,0А	30	0.086400	100.00	3
26	Вставка плавк. ВПБ6-7	20	0.057600	120.00	3
27	Вставка плавк. ВПТ6-33	20	0.057600	120.00	3
28	Конденсатор К50-35-100В	3	0.002700	500.00	1
29	Конденсатор К50-35-160В	16	0.014400	500.00	2
30	Конденсатор К73-9-100В	8	0.001440	600.00	1
	ПД= 0.998145 Затраты = 322020		ЗИП = 80		

Показывает следующую страницу

Рис. 6.17

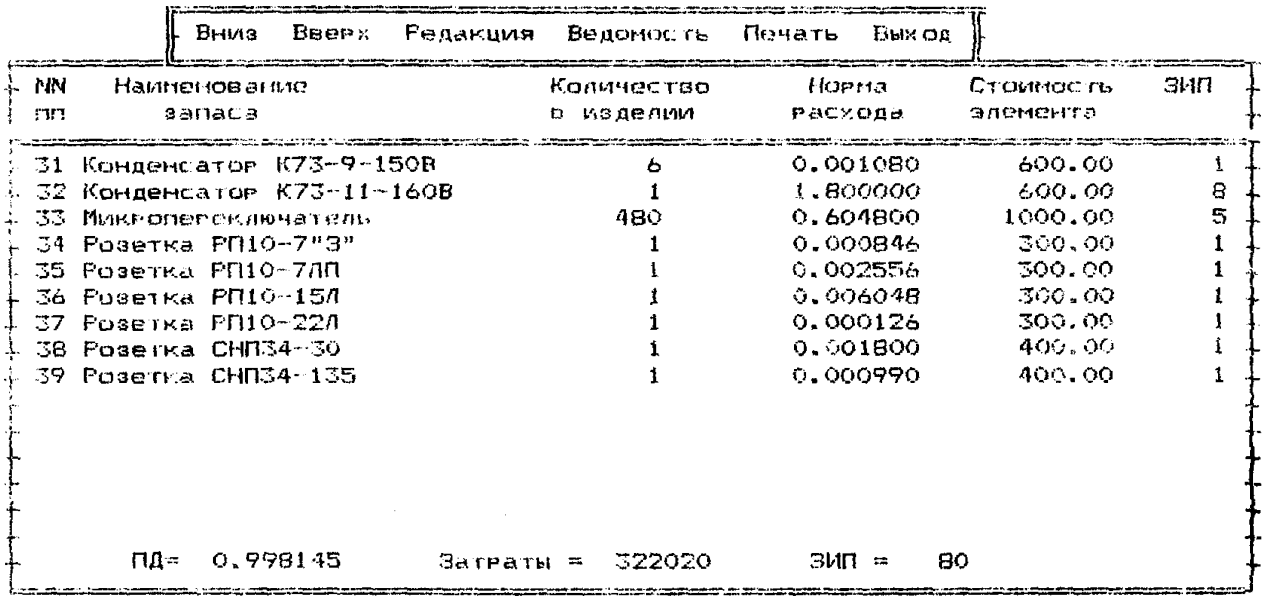

Вниз Вверх Редакция Ведомость Печать Выход
NN пп
Наименование запаса
Количество в изделии
Норма расхода
Стоимость элемента
ЗИП
31 Конденсатор К73-9-150В 6 0.001080 600.00 1
32 Конденсатор К73-11-160В 1 1.800000 600.00 8
33 Микропереключатель 480 0.604800 1000.00 5
34 Розетка РП10-7"З" 1 0.000846 300.00 1
35 Розетка РП10-7ЛП 1 0.002556 300.00 1
36 Розетка РП10-15Л 1 0.006048 300.00 1
37 Розетка РП10-22Л 1 0.000126 300.00 1
38 Розетка СНП34-30 1 0.001800 400.00 1
39 Розетка СНП34-135 1 0.000990 400.00 1
ПД= 0.998145 Затраты = 322020 ЗИП = 80
Показывает следующую страницу

Рис. 6.I8

6.3. ***Методика расчета оптимальных запасов в комплекте ЗИП-Г***

6.3.1. Расчет оптимальных запасов в комплекте ЗИП-Г проводится в следующем порядке:

а) в соответствии с п.п. 4.1 - 4.6 формируют исходные данные применительно к комплекту ЗИП-Г.

При решении обратной задачи следует задать величину ограничения по затратам ($C_{\Sigma зип\text{-}г\ огр.}$);

б) проводят решение задачи на ПЭВМ IBM PC/AT по программе из состава ППП "РОКЗЭРСИЗ" в соответствии с руководством по применению (книга 3).

В примерах 4 и 5 приведены расчеты запасов в комплекте ЗИП-Г - прямая и обратная задачи соответственно.

ПРИМЕР 4. Требуется рассчитать оптимальный по стоимости (в ус.ед.) комплект ЗИП-Г для группы из трех ОСО, расположенных компактно на одном объекте эксплуатации (структура 2, рисунок 1.1) при следующих исходных данных:

а) требуемый уровень показателя достаточности $\Delta t_{зип\ -г} = 0{,}8$ ч (прямая задача оптимизации). Уровень ПД принимается равным значению ПД из примера 1 с целью обеспечения сравнительного анализа затрат на три комплекта ЗИП-О и на один комплект ЗИП-Г при одинаковых уровнях ПД и прочих равных условиях;

б) режим работы всех изделий одинаков и соответствует, указанному в п.б) примера 1;

в) параметры стратегий пополнения запасов в комплекте ЗИП-Г и все другие исходные данные по элементам соответствуют данным примера 1 (п.п. в), г) и табл. 6.1). Исходные данные выбраны такими же, как в примере 1, с той же целью получения сопоставимых результатов для сравнительного анализа.

Р е ш е н и е задачи проводим в следующем порядке:

1. В режиме главного меню "Данные по элементам" проверяем наличие и правильность исходных данных по составным частям ОСО (соответствие табл. 6.1) - файл "ОСО".

2. В режиме главного меню "Вариант расчета ЗИП" вводим данные по требуемому варианту расчета:

вид комплекта ЗИП - групповой (Г);

тип задачи - прямая задача оптимизации (S);

тип ПД - среднее время задержки удовлетворения заявки на запчасть (Т);

заданное значение ПД - 0,8.

Количество и состав групп, а также составных частей, применяемых по одной стратегии, параметры стратегий пополнения в каждой группе оставляем без изменения (см.пример 1 таблица 6.2).

После ввода всех данных экран вариантов примет вид, показанный на рис.6.19.

3. Перед началом расчета комплекта ЗИП-Г, отвечая на запрос программы: "На какое количество изделий рассчитывать?" - вводим цифру "3". Далее следует расчет ЗИП-Г в автоматическом режиме, а результаты его выдаются на экран в виде, показанном на рис. 6.20, 6.21, 6.22 и в табл.6.6.

Сравнивая полученные результаты с данными расчета примера 1, видим, что объем и стоимость одного комплекта ЗИП-Г существенно меньше объема и стоимости трех комплектов ЗИП-О, хотя в обоих случаях запасы оптимизировались по затратам. Это значит, что при компактном расположении изделий комплект ЗИП-Г иметь выгоднее, чем набор из трех комплектов ЗИП-О. При этом обеспечивается одинаковый уровень ПД - $\Delta t_{зип} = 0{,}778131 \cong 0{,}8$ ч.

Разница по количеству запчастей составит - (80 х 3) - 111 = 129 шт;

по суммарным затратам - (322020,0 х 3) - 475320 = 490740 ус.ед. или 50,8%.

ПРИМЕР 5. Требуется рассчитать оптимальный по уровню показателя достаточности ($\Delta t_{зип\text{-}г}$) комплект ЗИП-Г при заданных ограничениях по стоимости - $C_{\Sigma\ зип\text{-}г\ огр} = 475321$ ус.ед. (обратная задача оптимизации) для трех изделий ОСО при тех же исходных данных, что в примере 4, (кроме п.а)). Величина $C_{\Sigma\ зип\text{-}г\ огр}$ принята равной суммарным затратам на комплект ЗИП-Г, рассчитанным в примере 4, и увеличена на единицу для возможности проведения сравнения результатов расчета.

Решение задачи проведем на ПЭВМ по той же программе и по тем же исходным данным, что и в примере 4, за исключением данных по варианту расчета:

тип задачи - вместо " S " следует установить " R " - обратная задача оптимизации;

заданное значение ПД - вместо " T " установить " $C_{\Sigma\ зип\text{-}г\ огр} =$ 475321". При этом экран вариантов примет вид, указанный на рис. 6.23.

Результаты расчета и ведомость ЗИП показаны на рис. 6.24, 6.25, 6.26 и табл.6.7.

Сравнивая ведомости ЗИП табл.6.6 и 6.7, приходим к тем же выводам, что и в примере 2 - результаты одинаковы.

6.4. *Методика оценки запасов в комплекте ЗИП-Г*

6.4.1. Оценка запасов в комплекте ЗИП-Г проводится в следующем порядке:

а) в соответствии с п.п. 4.1 - 4.6 формируют исходные данные применительно к комплекту ЗИП-Г.

При оценке запасов определяются значения ПД и СЗ комплекта ЗИП-Г при известном количестве ЗЧ и заданной стратегии пополнения;

б) проводят решение задачи на ПЭВМ IBM PC/AT по программе из состава ППП "РОКЗЭРСИЗ" в соответствии с сервисной документацией.

Перебор Создание Удаление Копирование Изменение Помощь Выход

Изделие 050

ЗИП-Г Тип задачи-S Тип ПД-Т Заданное значение показателя 0.8000000
Количество разных стратегий пополнения 3

Данные по стратегиям пополнения

Тип стратегии	Номер первого запаса пополн. по стратегии	Первый параметр	Второй параметр
3	1	720.00	0.00
2	12	1440.00	72.00
1	15	9000.00	0.00

Последовательно перебирает варианты

Рис. 6.19

Вниз Вверх Редакция Ведомость Печать Выход

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Стоимость элемента	ЗИП
1	Ячейка ПКП	2	0.024624	15000.00	1
2	Ячейка ИВ360\5	8	0.105408	15500.00	2
3	Ячейка ИВ360\12	2	0.025056	15300.00	1
4	Ячейка ГЗК	2	0.025056	15400.00	1
5	Ячейка ППР	1	0.012312	15000.00	1
6	Ячейка УСМ1	8	0.020736	8000.00	1
7	Ячейка РИ	8	0.202176	10000.00	3
8	Ячейка УСМ3	2	0.065232	12000.00	2
9	Ячейка МД	2	0.041904	3000.00	2
10	Ячейка РВ	16	0.383616	11500.00	3
11	Ячейка ИП-12	2	0.017280	2000.00	1
12	Ячейка ГСЦ	4	0.345600	25000.00	2
13	Ячейка УВ2	66	3.906144	17000.00	8
14	Ячейка РГС	33	1.653696	16500.00	4
15	Вилка РП10-7"З"	1	0.004536	300.00	1
	ПД= 0.778131	Затраты = 475320	ЗИП = 111		

Показывает следующую страницу

Рис. 6.20

Вниз Вверх Редакция Ведомость Печать Выход

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Стоимость элемента	ЗИП
16	Вилка РП10-7Л1	1	0.000189	300.00	1
17	Вилка РП10-15Л	1	0.018144	300.00	2
18	Вилка СНП34-30	1	0.012798	400.00	1
19	Вилка СНП34-69	1	0.090882	400.00	2
20	Вилка СНП34-135	1	0.008370	400.00	1
21	Вставка плавк. ВП1-1 1,0А	480	4.147200	100.00	14
22	Вставка плавк. ВП1-1 2,0А	22	0.190080	100.00	4
23	Вставка плавк. ВП1-1 3,0А	105	0.907200	100.00	6
24	Вставка плавк. ВП1-1 4,0А	44	0.380160	100.00	4
25	Вставка плавк. ВП1-1 5,0А	30	0.259200	100.00	4
26	Вставка плавк. ВПБ6-7	20	0.172800	120.00	3
27	Вставка плавк. ВПТ6-33	20	0.172800	120.00	3
28	Конденсатор К50-35-100В	3	0.008100	500.00	1
29	Конденсатор К50-35-160В	16	0.043200	500.00	2
30	Конденсатор К73-9-100В	8	0.004320	600.00	1
	ПД= 0.778131 Затраты = 475320		ЗИП = 111		

Показывает следующую страницу

Рис. 6.2I

Вниз Вверх Редакция Ведомость Печать Выход

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Стоимость элемента	ЗИП
31	Конденсатор К73-9-150В	6	0.003240	600.00	1
32	Конденсатор К73-11-160В	1	5.400000	600.00	14
33	Микропереключатель	480	1.814400	1000.00	7
34	Розетка РП10-7"З"	1	0.002538	300.00	1
35	Розетка РП10-7ЛП	1	0.007668	300.00	1
36	Розетка РП10-15Л	1	0.018144	300.00	2
37	Розетка РП10-22Л	1	0.000378	300.00	1
38	Розетка СНП34-30	1	0.005400	400.00	1
39	Розетка СНП34-135	1	0.002970	400.00	1

ПД= 0.778131 Затраты = 475320 ЗИП = 111

Показывает следующую страницу

Рис. 6.22

Произведен прямой расчет группового комплекта ЗИП для изделия 050.

Количество типов элементов - 39

Количество обслуживаемых изделий - 3

Тип показателя - среднее время задержки

Заданное значение показателя - 0.80000

Получено значение показателя - 0.77813

Затраты на комплект - 475320.00

Общее количество элементов в комплекте - 111

Суммарная интенсивность спроса 0.00690

Ведомость ЗИП

Таблица 6.6

Nio	Наименование запаса	Кол. в изд.	Затраты на элем.	Страт. поп-я	Перв. парам.	Норма расхода	Кол-во в ЗИП
1	Ячейка ПКП	2	15000.00	3	720.00	0.0246	1
2	Ячейка ИВЭ60\5	8	15500.00	3	720.00	0.1054	2
3	Ячейка ИВЭ60\12	2	15300.00	3	720.00	0.0251	1
4	Ячейка ГЗК	2	15400.00	3	720.00	0.0251	1
5	Ячейка ППР	1	15000.00	3	720.00	0.0123	1
6	Ячейка УСМ1	8	8000.00	3	720.00	0.0207	1
7	Ячейка РИ	8	10000.00	3	720.00	0.2022	3
8	Ячейка УСМ3	2	12000.00	3	720.00	0.0652	2
9	Ячейка МД	2	3000.00	3	720.00	0.0419	2
10	Ячейка РВ	16	11500.00	3	720.00	0.3836	3
11	Ячейка ИП-12	2	2000.00	3	720.00	0.0173	1
12	Ячейка ГСЦ	4	25000.00	2	1440.00	0.3456	2
13	Ячейка УВ2	66	17000.00	2	1440.00	3.9061	8
14	Ячейка РГС	33	16500.00	2	1440.00	1.6537	4
15	Вилка РП10-7"З"	1	300.00	1	9000.00	0.0045	1
16	Вилка РП10-7ЛП	1	300.00	1	9000.00	0.0002	1
17	Вилка РП10-15Л	1	300.00	1	9000.00	0.0181	2
18	Вилка СНП34-30	1	400.00	1	9000.00	0.0128	1
19	Вилка СНП34-69	1	400.00	1	9000.00	0.0909	2

№п/п	Наименование запаса	Кол. в изд.	Затраты на элем.	Страт. поп-я	Перв. парам.	Норма расхода	Кол-во в ЗИП
20	Вилка СНП34-135	1	400.00	1	9000.00	0.0084	1
21	Вставка плавк. ВП1-1 1,0А	480	100.00	1	9000.00	4.1472	14
22	Вставка плавк. ВП1-1 2,0А	22	100.00	1	9000.00	0.1901	4
23	Вставка плавк. ВП1-1 3,0А	105	100.00	1	9000.00	0.9072	6
24	Вставка плавк. ВП1-1 4,0А	44	100.00	1	9000.00	0.3802	4
25	Вставка плавк. ВП1-1 5,0А	30	100.00	1	9000.00	0.2592	4
26	Вставка плавк. ВПБ6-7	20	120.00	1	9000.00	0.1728	3
27	Вставка плавк. ВПТ6-33	20	120.00	1	9000.00	0.1728	3
28	Конденсатор К50-35-100В	3	500.00	1	9000.00	0.0081	1
29	Конденсатор К50-35-160В	16	500.00	1	9000.00	0.0432	2
30	Конденсатор К73-9-100В	8	600.00	1	9000.00	0.0043	1
31	Конденсатор К73-9-150В	6	600.00	1	9000.00	0.0032	1
32	Конденсатор К73-11-160В	1	600.00	1	9000.00	5.4000	14
33	Микропереключатель	480	1000.00	1	9000.00	1.8144	7
34	Розетка РП10-7"З"	1	300.00	1	9000.00	0.0025	1
35	Розетка РП10-7Л	1	300.00	1	9000.00	0.0077	1
36	Розетка РП10-15Л	1	300.00	1	9000.00	0.0181	2
37	Розетка РП10-22Л	1	300.00	1	9000.00	0.0004	1
38	Розетка СНП34-30	1	400.00	1	9000.00	0.0054	1
39	Розетка СНП34-135	1	400.00	1	9000.00	0.0030	1

Перебор Создание Удаление Копирование Изменение Помощь Выход

Изделие 050

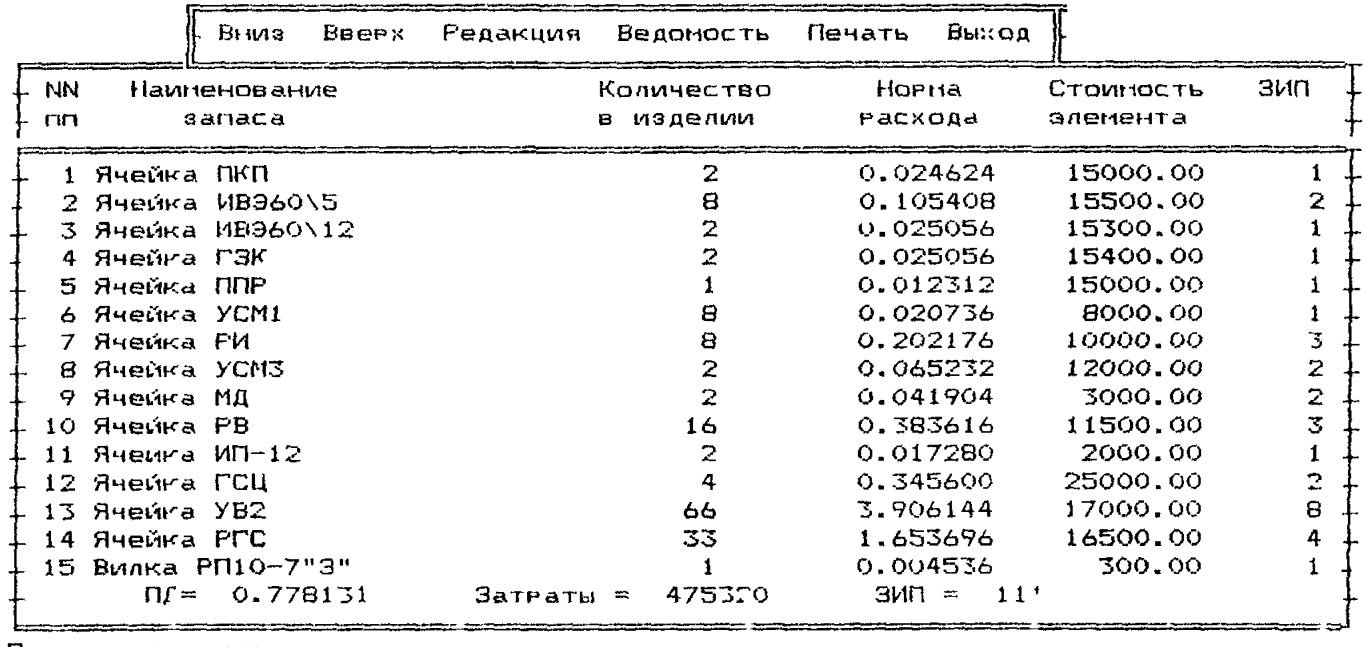
ЗИП-Г Тип задачи-К Тип ПД-Т Заданное значение показателя 475321.0000000
Количество разных стратегий пополнения 3

Данные по стратегиям пополнения

Тип стратегии	Номер первого запаса пополн. по стратегии	Первый параметр	Второй параметр
3	1	720.00	0.00
2	12	1440.00	72.00
1	15	9000.00	0.00

Последовательно перебирает варианты

Рис. 6.23



Вниз Вверх Редакция Ведомость Печать Выход

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Стоимость элемента	ЗИП
1	Ячейка ПКП	2	0.024624	15000.00	1
2	Ячейка ИВ960\5	8	0.105408	15500.00	2
3	Ячейка ИВ960\12	2	0.025056	15300.00	1
4	Ячейка ГЗК	2	0.025056	15400.00	1
5	Ячейка ППР	1	0.012312	15000.00	1
6	Ячейка УСМ1	8	0.020736	8000.00	1
7	Ячейка РИ	8	0.202176	10000.00	3
8	Ячейка УСМ3	2	0.065232	12000.00	2
9	Ячейка МД	2	0.041904	3000.00	2
10	Ячейка РВ	16	0.383616	11500.00	3
11	Ячейка ИП-12	2	0.017280	2000.00	1
12	Ячейка ГСЦ	4	0.345600	25000.00	2
13	Ячейка УВ2	66	3.906144	17000.00	8
14	Ячейка РГС	33	1.653696	16500.00	4
15	Вилка РП10-7"3"	1	0.004536	300.00	1
	ПГ= 0.778131	Затраты = 475320		ЗИП = 11'	

Показывает следующую страницу

Рис. 6.24

Вниз Вверх Редакция Ведомость Печать Выход

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Стоимость элемента	ЗИП
16	Вилка РП10-7Л	1	0.000189	300.00	1
17	Вилка РП10-15Л	1	0.018144	300.00	2
18	Вилка СНП34-30	1	0.012798	400.00	1
19	Вилка СНП34-69	1	0.090882	400.00	2
20	Вилка СНП34-135	1	0.008370	400.00	1
21	Вставка плавк. ВП1-1 1,0А	480	4.147200	100.00	14
22	Вставка плавк. ВП1-1 2,0А	22	0.190080	100.00	4
23	Вставка плавк. ВП1-1 3,0А	105	0.907200	100.00	6
24	Вставка плавк. ВП1-1 4,0А	44	0.380160	100.00	4
25	Вставка плавк. ВП1-1 5,0А	30	0.259200	100.00	4
26	Вставка плавк. ВПБ6-7	20	0.172800	120.00	3
27	Вставка плавк. ВПТ6-33	20	0.172800	120.00	3
28	Конденсатор К50-35-100В	3	0.008100	500.00	1
29	Конденсатор К50-35-160В	16	0.043200	500.00	2
30	Конденсатор К73-9-100В	8	0.004320	600.00	1
	ПД= 0.778131 Затраты =	475320	ЗИП = 111		

Показывает следующую страницу

Рис. 6.25

Вниз Ввер:: Редакция Ведомость Печать Выход

NN пп	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Стоимость элемента	ЗИП
31	Конденсатор К73-9-150В	6	0.003240	600.00	1
32	Конденсатор К73-11-160В	1	5.400000	600.00	14
33	Микропереключатель	480	1.814400	1000.00	7
34	Розетка РП10-7"З"	1	0.002538	300.00	1
35	Розетка РП10-7ЛП	1	0.007668	300.00	1
36	Розетка РП10-15Л	1	0.018144	300.00	2
37	Розетка РП10-22Л	1	0.000378	300.00	1
38	Розетка СНП34-30	1	0.005400	400.00	1
39	Розетка СНП34-135	1	0.002970	400.00	1

ПД= 0.778131 Затраты = 75320 ЗИП = 111

Показывает следующую страницу

Рис. 6.26

Произведен обратный расчет группового комплекта ЗИП для изделия OSO.

Количество типов элементов - 39

Количество обслуживаемых изделий - 3

Тип показателя - среднее время задержки

Заданное значение показателя затрат - 475321.00

Получено значение показателя - 0.77813

Затраты на комплект - 475320.00

Общее количество элементов в комплекте - 111

Суммарная интенсивность спроса 0.00690

Ведомость ЗИП

Таблица 6.7

Nio	Наименование запаса	Кол. в изд.	Затраты на элем.	Страт. пол-я	Перв. парам.	Норма расхода	Кол-во в ЗИП
1	Ячейка ПКП	2	15000.00	3	720.00	0.0246	1
2	Ячейка ИВЭ60\5	8	15500.00	3	720.00	0.1054	2
3	Ячейка ИВЭ60\12	2	15300.00	3	720.00	0.0251	1
4	Ячейка ГЗК	2	15400.00	3	720.00	0.0251	1
5	Ячейка ППР	1	15000.00	3	720.00	0.0123	1
6	Ячейка УСМ1	8	8000.00	3	720.00	0.0207	1
7	Ячейка РИ	8	10000.00	3	720.00	0.2022	3
8	Ячейка УСМ3	2	12000.00	3	720.00	0.0652	2
9	Ячейка МД	2	3000.00	3	720.00	0.0419	2
10	Ячейка РВ	16	11500.00	3	720.00	0.3836	3
11	Ячейка ИП-12	2	2000.00	3	720.00	0.0173	1
12	Ячейка ГСЦ	4	25000.00	2	1440.00	0.3456	2
13	Ячейка УВ2	66	17000.00	2	1440.00	3.9061	8
14	Ячейка РГС	33	16500.00	2	1440.00	1.6537	4
15	Вилка РП10-7"З"	1	300.00	1	9000.00	0.0045	1
16	Вилка РП10-7ЛП	1	300.00	1	9000.00	0.0002	1
17	Вилка РП10-15Л	1	300.00	1	9000.00	0.0181	2
18	Вилка СНП34-30	1	400.00	1	9000.00	0.0128	1
19	Вилка СНП34-69	1	400.00	1	9000.00	0.0909	2

№п	Наименование запаса	Кол. в изд.	Затраты на элем.	Страт. поп-я	Перв. парам.	Норма расхода	Кол-во в ЗИП
20	Вилка СНП34-135	1	400.00	1	9000.00	0.0084	1
21	Вставка плавк. ВП1-1 1,0А	480	100.00	1	9000.00	4.1472	14
22	Вставка плавк. ВП1-1 2,0А	22	100.00	1	9000.00	0.1901	4
23	Вставка плавк. ВП1-1 3,0А	105	100.00	1	9000.00	0.9072	6
24	Вставка плавк. ВП1-1 4,0А	44	100.00	1	9000.00	0.3802	4
25	Вставка плавк. ВП1-1 5,0А	30	100.00	1	9000.00	0.2592	4
26	Вставка плавк. ВПБ6-7	20	120.00	1	9000.00	0.1728	3
27	Вставка плавк. ВПТ6-33	20	120.00	1	9000.00	0.1728	3
28	Конденсатор К50-35-100В	3	500.00	1	9000.00	0.0081	1
29	Конденсатор К50-35-160В	16	500.00	1	9000.00	0.0432	2
30	Конденсатор К73-9-100В	8	600.00	1	9000.00	0.0043	1
31	Конденсатор К73-9-150В	6	600.00	1	9000.00	0.0032	1
32	Конденсатор К73-11-160В	1	600.00	1	9000.00	5.4000	14
33	Микропереключатель	480	1000.00	1	9000.00	1.8144	7
34	Розетка РП10-7"Э"	1	300.00	1	9000.00	0.0025	1
35	Розетка РП10-7ЛП	1	300.00	1	9000.00	0.0077	1
36	Розетка РП10-15Л	1	300.00	1	9000.00	0.0181	2
37	Розетка РП10-22Л	1	300.00	1	9000.00	0.0004	1
38	Розетка СНП34-30	1	400.00	1	9000.00	0.0054	1
39	Розетка СНП34-135	1	400.00	1	9000.00	0.0030	1

6.5. ***Методика расчета оптимальных запасов в двухуровневой С ЗИП***

6.5.1. При *расчете оптимальных запасов* в двухуровневой С ЗИП можно решать две задачи:

6.5.1.1. *Прямая задача оптимизации* решается в следующем порядке:

а) корректируют первоначально заданные (выбранные) значения параметров стратегий пополнения ($T_{діон}$) запасов в комплектах ЗИП-О - увеличивают на заданную (выбранную) величину $\Delta t_{зип\text{-}г}$ по формуле (5.1);

б) рассчитывают оптимальные запасы в каждом из S комплектов ЗИП-О при заданном ПД ($\Delta t_{зип\text{-}о}$ или $К_{г\ зип\text{-}о}$) и оптимальные запасы в комплекте ЗИП-Г, при заданном (выбранном) значении ПД - $\Delta t_{зип\text{-}г}$ по тем же программам из ППП "РОКЗЭРСИЗ", по которым решались примеры 1 и 4;

в) определяют суммарные затраты на ЗЧ в С ЗИП по формуле (5.2).

В примере 6 приведен расчет запасов в двухуровневой С ЗИП - прямая задача.

ПРИМЕР 6. Т р е б у е т с я рассчитать оптимальные по стоимости (в ус.ед.) запасы в двухуровневой системе ЗИП для группы из трех изделий ОСО, эксплуатируемых на разных, удаленных друг от друга станциях, при следующих исходных данных:

а) требуемый уровень ПД С ЗИП $К_{г\ тр\ зип\text{-}о} \geq 0{,}998$ ($\Delta t_{зип\text{-}о} \leq 0{,}8$ ч) (выбран таким же, как в предыдущих примерах);

б) режим работы всех изделий одинаков и соответствует режиму, указанному в п.б) исходных данных примера 1;

в) исходные данные по СЧ одного изделия ОСО соответствуют приведенным в графах 1 - 5 табл. 6.1 примера 1;

г) комплекты ЗИП-О располагаются на объектах эксплуатации рядом с аппаратурой и пополняются из комплекта ЗИП-Г восстанавливаемыми и невосстанавлиаемыми СЧ (запасы 1 - 39) по стратегии непрерывного пополнения $\alpha_{io}=3$ с периодом пополнения (доставки) $T_{дi} = 72$ ч (3 суток).

Пополнение всех запасов в комплектах ЗИП-О, производимое по одному типу стратегии пополнения (наиболее экономичный тип - непрерывный $\alpha_{io} = 3$), оправдано и осуществимо, т.к. все комплекты ЗИП-О и ЗИП-Г принадлежат одной эксплуатирующей организации;

д) комплект ЗИП-Г территориально размещен в центре технической эксплуатации (или в крупном узле связи, или в ремонтном органе) и пополняется восстанавливаемыми СЧ из ремонтного органа при той же длительности ремонта, какая в примерах 1 - 5: $T_{р1\text{-}11} = 720$ ч; $T_{р\ 12\text{-}14} = 1440$ ч и $\beta_i = 72$ ч. Запасы невосстанавливаемых СЧ в ЗИП-Г пополняются из НИП (со складов или с заводов-изготовителей ЭРИ) периодически один раз в год ($T_{пiг} = 9000$ ч).

Р е ш е н и е проведем в следующем порядке:

1) выберем первое значение ПД ЗИП-Г примерно одного порядка с заданным на С ЗИП - $\Delta t_{тр\ зип\text{-}г} = 1{,}0$ ч, т.е. требование к комплекту ЗИП-Г по достаточности установим сначала достаточно "жестким";

2) в соответствии с выбранной величиной $\Delta t_{зип\text{-}г} = 1{,}0$ ч откорректируем параметры стратегий пополнения запасов в комплекте ЗИП-О:

$$T_{дi} = T_{дio} + \Delta t_{тр\ зип\text{-}г} = 72 + 1{,}0 = 73{,}0 \text{ ч};$$

3) аналогично примеру 1 рассчитаем оптимальные запасы в каждом комплекте ЗИП-О, обеспечивающие заданный уровень ПД и суммарные затраты на один комплект ЗИП-О ($C_{\Sigma зип\text{-}о}$);

4) аналогично примеру 4 рассчитаем наилучший по полноте комплект ЗИП-Г, удовлетворяющий выбранному значению $\Delta t_{тр\ зип\text{-}г} \leq 1{,}0$ ч, и суммарные затраты на этот комплект ($C_{\Sigma зип\text{-}г}$);

5) определим суммарные затраты (СЗ) на рассчитанный вариант С ЗИП:

$$C_{\Sigma\ с\ зип} = C_{\Sigma зип\text{-}г} + 3 * C_{\Sigma зип\text{-}о} = 995640 \text{ ус.ед.}$$

6) полученные результаты расчетов по заданном варианту запишем в табл. 6.8 до последующего анализа;

7) выберем второе (существенно большее) значение $\Delta t_{тр\ зип\text{-}г} \leq 60{,}0$ ч, т.е. резко "смягчим" требования к ПД ЗИП-Г, чтобы оценить возможный диапазон изменения затрат на С ЗИП, и повторим все действия по п.п. 2 - 6;

8) выберем третье значение $\Delta t_{тр\ зип\text{-}г} \leq 30$ ч (примерно посредине между первым и вторым значениями) и снова выполним действия по п.п. 2 - 6, и т.д. еще для нескольких значений $\Delta t_{тр\ зип\text{-}г}$ в диапазоне 1,0 - 60,0 ч;

Таблица 6.8

N вар.	ЗИП-Г			ЗИП-О			С ЗИП 1ЗИП-Г+3 ЗИП-О	
	$\Delta t_{тр\ зип\text{-}г}$	$\Sigma n_{iг}$	$C_{\Sigma зип\text{-}г}$	$T_{дio} + \Delta t_{тр\ зип\text{-}г}$	$\Sigma n_{io}/3\Sigma n_{io}$	$C_{\Sigma зип\text{-}о}/3\,C_{\Sigma зип\text{-}о}$	$\Sigma n_{i\ сзип}$	$C_{\Sigma\ сзип}$
1	1	111	475320	73	31/93	173440/520320	204	995640
2	5	93	339420	77	32/96	188840/566520	189	905940
3	10	88	280320	82	32/96	188840/566520	184	846840
4	20	80	219220	92	32/96	188840/566520	176	785740
5	30	73	162680	102	32/96	188840/566520	169	729200
6	40	62	150480	112	37/111	206640/619920	173	770400
7	50	61	138980	122	36/108	206240/618720	169	757700
8	60	59	126880	132	36/108	206240/618720	167	745600

9) проанализируем данные табл. 6.8 и примем решение о предпочтительности одного из рассчитанных вариантов С ЗИП (например, по наименьшим суммарным затратам) или о необходимости продолжить поиск подходящего варианта описанным методом "проб и ошибок").

Из анализа данных табл. 6.8 видим, что наименьшим суммарным затратам на ЗЧ в С ЗИП соответствует вариант N 5 ($\Delta t_{тр\ зип\text{-}г} = 30$ ч), для которого $C_{\Sigma\ сзип} = 162680 + (3*188840) = 729200$ ус.ед.

Этот вариант и следует рекомендовать для реализации при разработке двухуровневой системы ЗИП, обеспечивающей заданные показатели достаточности.

Если же выбрать вариант системы ЗИП с минимальным количеством ЗЧ в С ЗИП, то предпочтительным будет вариант N 8 ($\Delta t_{тр\ зип\text{-}г} = 60$ ч), для которого $\Sigma n_{i\ сзип} = \Sigma n_{i\ зип\text{-}г} + 3*\Sigma n_{i\ зип\text{-}о} = 167$, но суммарные затраты несколько больше, чем в варианте N 5 - $C_{\Sigma\ сзип} = 745600$ ус.ед.

Для наглядности данные табл.6.8 представлены графиками на рис.6.27, которые хорошо иллюстрируют процесс поиска оптимального варианта двухуровневой системы ЗИП методом "проб и ошибок".

Если сопоставить уровень данных табл.6.8 по количеству ЗЧ в С ЗИП и по суммарным затратам на них, с аналогичными данными системы, составленной из отдельно рассчитанных оптимальных комплектов ЗИП-О (пример 1) и ЗИП-Г (пример 4), то видна существенная разница в пользу двухуровневой системы ЗИП, рассчитанной в настоящем примере. Так, для выбранного варианта N 5 эта разница составит:

по количеству ЗЧ -

[(80 * 3) + 111] - 169 = 351 - 169 = 182шт. (52 %);

по суммарным затратам на ЗЧ -

[(322020*3)+ 475320] - 729200 = 1441380 - 729200 =712180 ус.ед.(49%).

Столь существенная экономия затрат на ЗЧ (при одинаковом уровне требований по достаточности и одинаковой стратегии пополнения ЗИП-Г) достигнута за счет того, что в рамках единой С ЗИП ("внутри" системы) пополнение комплекта ЗИП-О из "своего" комплекта ЗИП-Г возможно осуществлять непрерывно ($\alpha_{io} = 3$) и достаточно быстро ($T_{д\,io} = 72$ ч). Иначе говоря, экономия затрат на ЗЧ в С ЗИП достигается, главным образом, за счет выбора рациональной стратегии пополнения ЗИП-О из ЗИП-Г, который играет в системе роль группового подменного фонда ЗЧ.

6.5.1.2. *Обратная задача оптимизации* для двухуровневой С ЗИП решается методом "проб и ошибок". Для этого необходимо:

а) выбрать приемлемые значения ПД С ЗИП ($\Delta t_{зип\text{-}о}$ или $К_{г\ зип\text{-}о}$) и ПД комплекта ЗИП-Г ($\Delta t_{зип\text{-}г}$) и при этих значениях произвести расчет прямой задачи оптимизации, как указано в п. 6.5.1.1;

б) после решения проверяют выполнение условия

$$C_{\Sigma\,с\,зип} \le C_{\Sigma\,с\,зип\,огр} \qquad (6.2)$$

в) если условие (6.2) выполняется, то расчет закончен.

Если условие (6.2) не выполняется или разность в затратах более 10% (или другого согласованного значения), повышают требования к ПД С ЗИП (уменьшают $\Delta t_{зип\text{-}о}$ и (или) $\Delta t_{зип\text{-}г}$, или увеличивают $К_{г\ зип\text{-}о}$) и проводят новый расчет оптимальных запасов, после которого вновь проверяется выполнение условия (6.2), и т.д., пока не будет получено значение $C_{\Sigma\,с\,зип}$, достаточно близкое к $C_{\Sigma\,с\,зип\,огр}$.

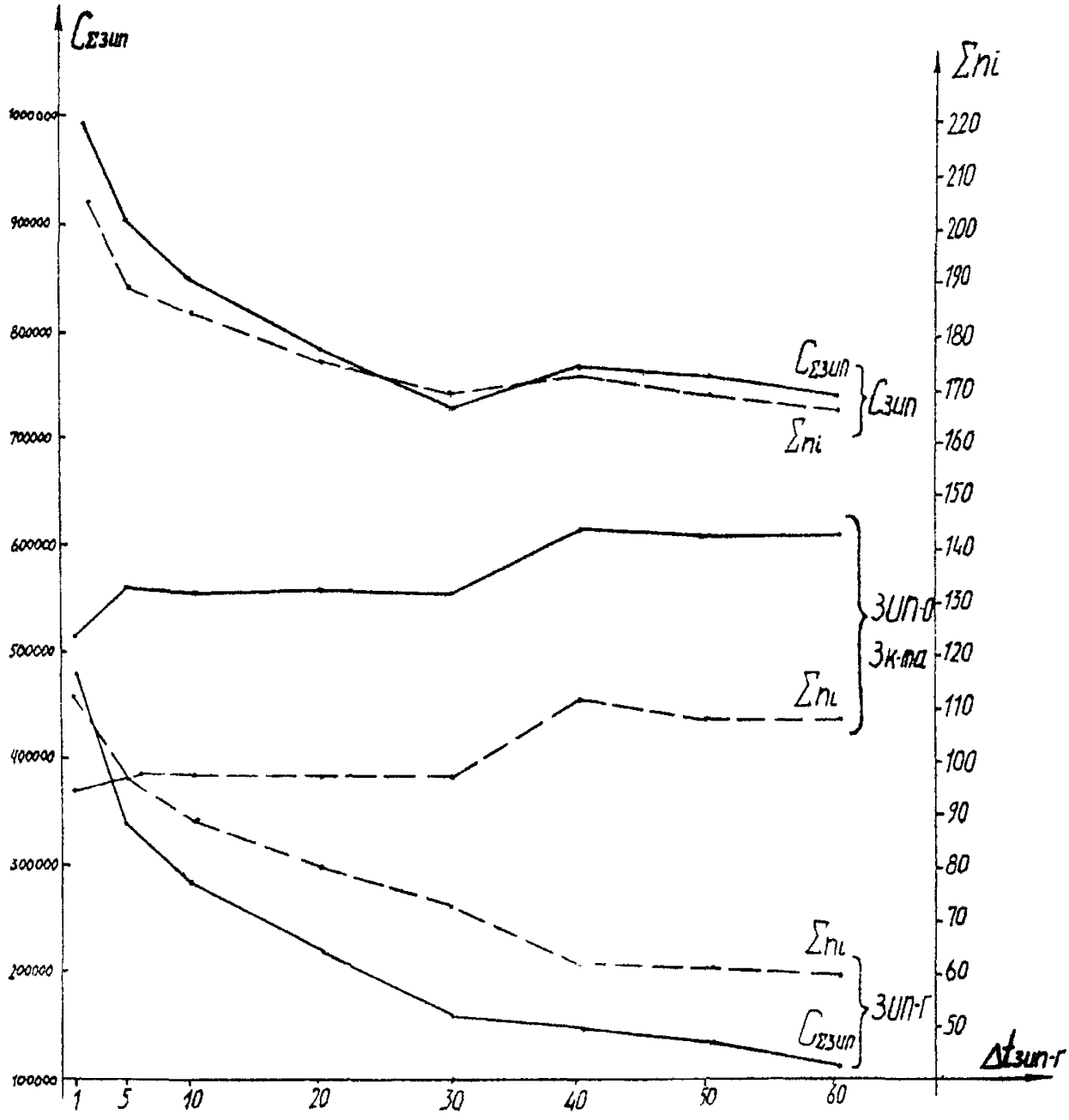


Рис 6.27

Результаты расчета запасов в С ЗИП

6.6. *Методика оценки запасов в двухуровневой С ЗИП*

6.6.1. *При оценке запасов* в двухуровневой С ЗИП необходимо:

1. Сформировать исходные данные по комплекту ЗИП-Г, как указано в разделе 4, и определить $\Delta t_{зип\text{-}г}$;

2. Сформировать исходные данные по комплекту ЗИП-О, как указано в разделе 4, скорректировав при этом заданные первоначально параметры стратегии пополнения запасов в комплекте ЗИП-О по формуле (5.1), и определить ПД комплекта ЗИП-О ($\Delta t_{зип\text{-}о}$ или $К_{г\ зип\text{-}о}$), который и будет искомым ПД двухуровневой С ЗИП;

3. По формуле (5.2) определить суммарные затраты на ЗЧ в двухуровневой С ЗИП.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(информационное)

СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ЗЧ - запасная часть

Комплект ЗИП-О - одиночный комплект ЗИП

Комплект ЗИП-Г - групповой комплект ЗИП

Комплект ЗИП-РО - ремонтный комплект ЗИП

С ЗИП - двухуровневая система ЗИП

НИП - неотказывающий источник пополнения

ПД - показатель достаточности

ПН - показатель надежности

СЗ - суммарные затраты

СЧ - составная часть

ТЗ - техническое задание

ТО - техническое обслуживание

ТЭЗ - типовой элемент замены

ЭРИ - электрорадиоизделия

a_{io} (a_{ir}) - среднее число заявок в комплект ЗИП-О (ЗИП-Г) на ЗЧ i-го типа за период пополнения T_{ni}

C_{io} (C_{ir}) - затраты (стоимость, объем, масса и т.п.) на одну ЗЧ i-го типа в комплекте ЗИП-О (ЗИП-Г)

$C_{\Sigma\,зип\text{-}o}$ ($C_{\Sigma\,зип\text{-}г}$) или $C_{\Sigma\,с\,зип}$ - суммарные затраты на все ЗЧ в комплекте ЗИП-О (ЗИП-Г) или в двухуровневой С ЗИП

$C_{\Sigma\,зип\text{-}o\,огр}$ ($C_{\Sigma\,зип\text{-}г\,огр}$) - заданное ограничение по суммарным затратам на все ЗЧ в комплекте ЗИП-О (ЗИП-Г) при решении обратной задачи оптимизации

i_o ($i_г$) - номер запаса в комплекте ЗИП-О (ЗИП-Г)

j - номер образца изделия в группе, обслуживаемой одним комплектом ЗИП-Г ($j=\overline{1,S}$)

$K_{г\,зип\text{-}o}$ ($K_{г\,зип\text{-}г\,j}$) - коэффициент готовности комплекта ЗИП-О (ЗИП-Г относительно j-го образца изделия)

$\Delta t_{зi}$ - среднее время задержки в удовлетворении заявок на ЗЧ запасов i-го типа в комплекте ЗИП

$\Delta t_{зип\text{-}o}$ ($\Delta t_{зип\text{-}г}$) - среднее время задержки в удовлетворении заявок на ЗЧ комплектом ЗИП-О (ЗИП-Г)

$K_{иэ}$ - коэффициент интенсивности эксплуатации

m_{io} ($m_{ijг}$) - количество СЧ i-го типа в изделии (в j-м образце изделия), обслуживаемом комплектом ЗИП-О (ЗИП-Г)

n_{io} (n_{ir}) - предусмотренное в ведомости ЗИП количество ЗЧ i-го типа в комплекте ЗИП-О (ЗИП-Г) (начальный уровень запаса)

N_o ($N_г$) - количество типов ЗЧ в комплекте ЗИП-О (ЗИП-Г)

α_{io} (α_{ir}) - условный индекс стратегии пополнения запаса i- го типа в комплекте ЗИП-О (ЗИП-Г)

T_{io} (T_{ir}) - первый (основной) параметр стратегии пополнения запаса i-го типа в комплекте ЗИП-О (ЗИП-Г)

$T_{эдi}$ - время экстренной доставки запаса i-го типа

$T_{дi}$ ($T_{рi}$) - время доставки (ремонта) запаса i-го типа

T_{ni} - период планового пополнения запаса i-го типа

β_{io} (β_{ir}) - второй (дополнительный) параметр стратегии пополнения запаса i-го типа в комплекте ЗИП-О (ЗИП-Г)

$\lambda_{зio}$ ($\lambda_{зijr}$) - интенсивность замен СЧ i -го типа в изделии (в j -м образце изделия)

λ_{pi} - интенсивность отказов СЧ i-го типа в рабочем режиме изделия

Λ_{io} (Λ_{ir}) - интенсивность спроса на ЗЧ i-го типа в комплект ЗИП-О (ЗИП-Г)

Λ_{ijr} - интенсивность спроса на ЗЧ i- го типа в комплект ЗИП-Г от j -го образца изделия

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(информационное)

ТЕРМИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В МЕТОДИКАХ, И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термин	Определение
1.Восстанавливаемая составная часть	Составная часть изделия, для которой в рассматриваемой ситуации проведение восстановления работоспособного состояния предусмотрено в нормативно-технической и (или)конструкторской документации
2. Невосстанавливаемая составная часть	Составная часть изделия, для которой в рассматриваемой ситуации проведение восстановления работоспособного состояния не предусмотрено в нормативно-технической и(или) конструкторской документации
3. Отказ комплекта ЗИП	Событие, состоящее в том, что поступившая в комплект ЗИП заявка на ЗЧ какого- либо из предусмотренных в нем типов не удовлетворяется из-за того, что запас этого типа оказался "пустым" (израсходован ранее и еще не пополнен в соответствии с принятой стратегией пополнения)
4. Интенсивность замен составных частей одного типа	Среднее число замен составной части данного типа в обслуживаемом комплектом ЗИП изделии за единицу времени
5. Интенсивность спроса на запасные части одного типа	Среднее число заявок на запасные части данного типа, поступающих в комплект ЗИП от обслуживаемого изделия за единицу времени
6. Запас	Совокупность запасных частей одного типа (типономинала, типоразмера), характеризуемая начальным уровнем, суммарными затратами, способом пополнения и показателем достаточности
7. Стратегия пополнения запасов	Совокупность правил, на основании которых пополняют комплект ЗИП запасными частями и которые регламентируют момент выдачи, длительность, источник и порядок реализации требования на пополнение

Термин	Определение
8. Время экстренной доставки запасной части	Среднее значение времени (в единицах наработки) от момента отказа комплекта ЗИП по запасу данного типа до момента внепланового (экстренного) восстановления этого запаса из источника пополнения
9. Время доставки запасной части	Среднее значение времени (в единицах наработки) от момента изъятия запасной части из запаса данного типа в комплекте ЗИП до момента восстановления этого запаса из источника пополнения
10. Время ремонта составной части	Среднее значение времени (в единицах наработки) от момента изъятия из запаса комплекта ЗИП одной запасной части до момента возвращения в этот запас отремонтированной составной части того же типа
11. Показатель достаточности запаса (комплекта ЗИП)	Количественная характеристика, определяющая влияние начального уровня запаса (всех запасов в комплекте ЗИП) на уровень надежности обеспечиваемого изделия в заданных условиях и режимах его эксплуатации и при заданной (принятой) стратегии пополнения запаса (запасов)
12. Среднее время задержки в удовлетворении заявки на запасную часть одним запасом (комплектом ЗИП)	Стационарное значение отношения математического ожидания суммы интервалов времени задержки в удовлетворении заявок на запасную часть, вызванных отказами комплекта ЗИП по запасу данного типа (всех типов) за некоторый период эксплуатации, к математическому ожиданию общего количества заявок на запасную часть этого типа (всех типов), поступивших в комплект ЗИП за этот же период
13. Коэффициент готовности комплекта ЗИП	Вероятность того, что в произвольный момент времени при заданной (принятой) стратегии пополнения комплект ЗИП не откажет по запасу любого типа

Термин	Определение
14. Начальный уровень запаса	Количество ЗЧ одного типа, находящихся в комплекте ЗИП до начала его использования или являющихся результатом расчета проектируемого комплекта ЗИП

Приложение В

(информационное)

Библиография

В1 "Надежность изделий электронной техники для устройств народнохозяйственного назначения". Справочник.ВНИИ Электронстандарт". 1991.

gost.e-ecolog.ru