

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ



Для служебного пользования

Экз № 100092

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО
ОБОСНОВАНИЯ
В ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 0535

МОСКВА
1980

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ

Для служебного пользования
Экз. №

000092

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИКО-
ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ В ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 0535

Утверждено
на заседании редсовета
15 декабря 1978 г.

МОСКВА - 1980

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания разработаны для обоснования дипломного проекта ЛА народнохозяйственного назначения.

В разработке методических указаний принимали участие Э.С. Мишаев, П.А. Нечаев (разд. I, П), Г.В. Мельникова (п. I.1, § I, разд. П), М.С. Тархановская (п. I.2, § I, разд. П), А.В. Баранов и В.И. Прудников (§ 2, разд. П), В.И. Козловский (разд. III). В подготовке исходных данных по разд. П принимал участие А.И. Скроман.

I. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Методические положения предназначены для выполнения организационно-экономической части дипломных проектов по специальности 0535, объектами разработки которых являются летательные аппараты транспортного (народнохозяйственного) назначения, в том числе: грузовые самолеты; вертолеты; летательные аппараты с аэростатической подъемной силой; летательные аппараты, использующие в качестве подъемной силы эффект экрана; гибридные летательные аппараты.

Задание на организационно-экономическую часть формулируется консультантом кафедры 505 или 501 и дипломантом с учетом темы дипломного проекта и специфики выполняемых специальной и технологической частей. Согласованная тема записывается в план-задание на дипломный проект.

Согласно полученному заданию дипломант, проходя преддипломную практику, собирает необходимые исходные данные (выбор прототипа, затраты на его разработку, производство и эксплуатацию и т.п.).

Пояснительная записка по организационно-экономической части должна содержать: введение, в котором излагается обоснование темы; разделы экономики и организации, в которых приводятся краткие методические положения, исходная информация, расчеты и анализ полученных результатов; список использованной литературы.

Организационно-экономическая часть включает два раздела: экономический и организационный.

В экономическом разделе для всех перечисленных видов дипломных проектов обязательны:

расчет стоимостных параметров проектируемого летательного аппарата по всем стадиям жизненного цикла;

оценка экономической эффективности от использования проектируемого летательного аппарата по целевому назначению (заданной типовой транспортной операции)[†];

анализ полученных результатов.

Предварительная оценка стоимости разработки, серийного производства и эксплуатации имеет, во-первых, решающее значение при формировании стратегии развития технических средств воздушного транспорта на длительную перспективу, и, во-вторых, служит базой для технико-экономического обоснования решений, принимаемых на различных уровнях: от определения потребных ресурсов на конкретные программы до выбора оптимальных характеристик облика летательного аппарата проектируемого типа.

Стоимостные параметры лежат в основе определения стоимости выполнения годовой транспортной операции как единицы, так и всем парком летательных аппаратов (ЛА):

а) для одного ЛА

$$\tilde{C}_2^{AA} = \tilde{C}_{ЛЧ}^{AA} \cdot \tau_{ЛЧ}^2, \quad (I.1)$$

где

$\tilde{C}_{ЛЧ}^{AA}$ - стоимость летного часа ЛА;

$\tau_{ЛЧ}^2$ - годовой налет часов ЛА;

б) для программы выпуска

$$\tilde{C}_2 = \tilde{C}_2^{AA} \cdot N_{AA}, \quad (I.2)$$

где N_{AA} - численность парка ЛА.

Стоимость одного летного часа ЛА ($\tilde{C}_{ЛЧ}^{AA}$) в общем случае может быть представлена уравнением вида

$$\tilde{C}_{ЛЧ}^{AA} = \tilde{C}_{ЛЧ}^{AA} + E_n K_{ЛЧ}^{\Sigma}, \quad (I.3)$$

[†] Типовые транспортные операции представлены на с. 8-17.

где $C_{ЛЧ}^{AA}$ - себестоимость (эксплуатационные расходы) одного летного часа ЛА,

$$C_{ЛЧ}^{AA} = C_{ЛЧ}^{ПЭР} + C_{ЛЧ}^{КЭР}, \quad (I.4)$$

$K_{ЛЧ}^{\Sigma}$ - суммарные капитальные вложения, приходящиеся на один летный час летательного аппарата

$$K_{ЛЧ}^{\Sigma} = K_{ЛЧ}^{AA} + K_{ЛЧ}^{НК}, \quad (I.5)$$

где $C_{ЛЧ}^{ПЭР}$ - прямые эксплуатационные расходы, приходящиеся на один летный час;

$C_{ЛЧ}^{КЭР}$ - косвенные эксплуатационные расходы, приходящиеся на один летный час;

$K_{ЛЧ}^{AA}$, $K_{ЛЧ}^{НК}$ - соответственно капитальные вложения в летательный аппарат и наземный комплекс, приходящиеся на один летный час.

Величина $C_{ЛЧ}^{ПЭР}$ включает часть возмещенной стоимости (цены) летательного аппарата, а также расходы, связанные с его эксплуатацией (использованию по целевому назначению) поддержанием и обеспечением технически-исправного состояния в течение всего амортизационного срока службы.

Величина $C_{ЛЧ}^{КЭР}$ включает часть возмещенной стоимости (цены) наземного комплекса (аэропорта), а также расходы, связанные с его функционированием, поддержанием и обеспечением технически-исправного состояния на протяжении всего амортизационного срока службы.

Капитальные вложения в ЛА, приходящиеся на один летный час, ($K_{ЛЧ}^{AA}$) определяются по формуле

$$K_{ЛЧ}^{AA} = \frac{C_{AA} + (C^{ПЭР} + C^{КЭР}) \cdot \frac{1}{N_{AA}}}{\tau_{ЛЧ}^2}, \quad (I.6)$$

где C_{AA} - цена ЛА;

$C^{ПЭР}$, $C^{КЭР}$ - соответственно затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

Капитальные вложения в наземный комплекс, приходящиеся на один летный час

$$K_{ЛЧ}^{НК} = \frac{C_{НК} \cdot G_{KH}}{Q_{АЭР} \cdot t_A}, \quad (I.7)$$

где $C_{НК}$ - цена наземного комплекса (аэропорта);

G_{KH} - масса коммерческой нагрузки ЛА;

$Q_{АЭР}$ - максимальная масса отправок аэропорта в год, т;

t_p - время полета на максимальную заданную беспосадочную дальность, $t_p = \frac{L_{бп}}{V_p}$

$L_{бп}$ - дальность беспосадочного полета;

V_p - рейсовая скорость полета на дальности.

Годовой налет часов одним ЛА задается консультантом
 $1000 \leq t_{пв}^2 < 6000$.

Размер парка

$$N_{пв} = \frac{Q_{\Sigma}^2}{\bar{W}_{пч} \cdot t_{пв}^2} \quad (I.8)$$

где Q_{Σ}^2 - годовой объем заданной транспортной работы, ткм/г;

$\bar{W}_{пч}$ - максимальная часовая производительность ЛА.

Примечание. Размер парка ЛА прототипа (аналога)

$$N_{пв} = N_{пв}^{пр} \frac{\bar{W}_{пч}^{пр}}{\bar{W}_{пч}^{ан}}, \quad (I.9)$$

где $\bar{W}_{пч}^{ан}$ - часовая производительность прототипа (аналога).

Максимальная часовая производительность

$$\bar{W}_{пч} = \bar{G}_{кн} \cdot V_{кр}, \quad (I.10)$$

где $\bar{G}_{кн}$ - предельная масса коммерческой нагрузки;

$V_{кр}$ - крейсерская скорость полета.

Методика расчета стоимостных параметров проектируемого ЛА выполняется по стадиям жизненного цикла согласно нормативно-справочным материалам, которые приводятся в разделе II.

Оценка экономической эффективности проектируемого летательного аппарата производится сопоставлением стоимости выполнения годовой транспортной работы парком ЛА проектируемого типа и принятого за прототип (аналог)

$$\pm \mathcal{E}_2 = \bar{C}_2^{ан} \cdot N_{пв}^{ан} - \bar{C}_2^{пр} \cdot N_{пв}^{пр}, \quad (I.11)$$

где \mathcal{E}_2 - годовой экономический эффект;

$\bar{C}_2^{ан}$ - стоимость годовой транспортной работы одного ЛА прототипа (аналога).

Если $\mathcal{E}_2 > 0$ проектируемый ЛА считается экономически более эффективным.

Оценка экономической эффективности всей программы ЛА проектируемого типа (при $\mathcal{E}_2 > 0$) заканчивается расчетом коэффициента эффективности (или сроком окупаемости) дополнительных капитальных вложений

6

$$\Delta E_p^{пр} = \frac{C_{ан} - C_{пр}}{K_{\Sigma}^{пр} - K_{\Sigma}^{ан}} \geq 0,15^{+)} \quad (I.12)$$

или

$$\Delta T_p^{пр} = \frac{K_{\Sigma}^{пр} - K_{\Sigma}^{ан}}{C_{ан} - C_{пр}} \leq 6,7, \quad (I.13)$$

где $\Delta E_p^{пр}$ - расчетный коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений;

$T_p^{пр}$ - расчетный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений;

$C_{ан}$ - себестоимость годовой транспортной работы парком ЛА - прототипа (аналога);

$C_{пр}$ - себестоимость годовой транспортной работы парком проектируемых ЛА;

$K_{\Sigma}^{пр}$ - суммарные капитальные вложения в проектируемый парк ЛА;

$K_{\Sigma}^{ан}$ - суммарные капитальные вложения в парк ЛА - прототипа (аналога).

Себестоимость годовой транспортной операции парком ЛА

$$C = C_{пч}^{ан} \cdot t_{пв}^2 \cdot N_{пв}, \quad (I.14)$$

где $C_{пч}^{ан}$ - себестоимость одного летного часа ЛА

$$C_{пч}^{ан} = C_{пч}^{пр} + C_{пч}^{кзр}. \quad (I.15)$$

Суммарные капитальные вложения (K_{Σ}) включают капитальные вложения в парк ЛА ($K^{пв}$) и в наземный комплекс ($K^{нк}$):

$$K_{\Sigma} = K^{пв} + K^{нк} = (C_{пч}^{ан} \cdot N_{пв} + C^{пр} + C^{кзр}) + C_{пч}^{нк} \frac{Q_{\Sigma}^r}{Q_{\Sigma}^{кзр}}, \quad (I.16)$$

где $Q_{\Sigma}^{кзр}$ - максимальная годовая масса отправок аэропорта.

Расчет абсолютной экономической эффективности проектируемого варианта выполняется по формуле

$$E_p = \frac{\Pi}{K_{\Sigma}} \geq 0,15, \quad (I.17)$$

+) Расчет по этой формуле проводится при условии:

$$C_{пр} < C_{ан}, \text{ а } K_{\Sigma}^{пр} > K_{\Sigma}^{ан}$$

или

$$C_{пр} > C_{ан}, \text{ а } K_{\Sigma}^{пр} < K_{\Sigma}^{ан}$$

где Π - годовой размер прибыли от выполнения транспортной операции

$$\Pi = \tilde{C}_{TKM} - C_{TKM} \cdot x \quad (I.18)$$

\tilde{C}_{TKM} - тариф за один тонно-километр*;

C_{TKM} - себестоимость одного тонно-километра;

K_{Σ} - суммарные капитальные вложения в ЛА и наземный комплекс.

Если $E_p \geq 0,15$ проектируемый вариант экономически эффективен для народного хозяйства.

Типовые транспортные операции. К их числу могут быть отнесены:

сельскохозяйственные работы;

барражирование территорий и водных акваторий;

перевозка пассажиров и грузов.

Сельскохозяйственная операция ($C_x TO$).

Выполнение сельскохозяйственных работ связано с обработкой площадей (орошение, опыление и т.п.), Схема выполнения этих работ представлена на рис. I.I.

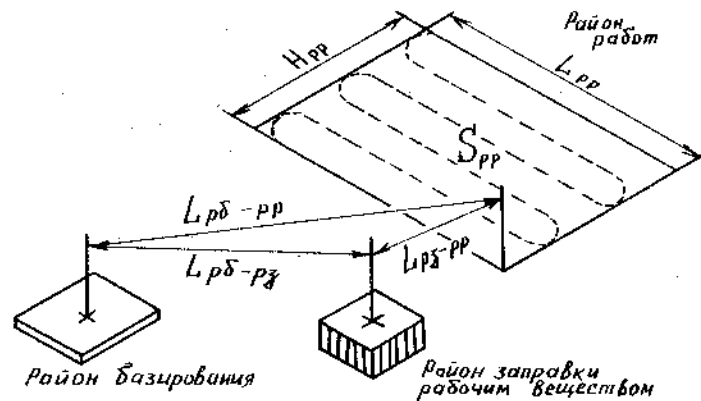


Рис. I.I

К числу основных характеристик такой операции могут быть отнесены:

* Величина тарифа выбирается из тарифного справочника МГА по соответствующей дальности беспосадочного полета проектируемого самолета.

а) по операции:

1. Размер обрабатываемой площади $- S = HL$
- (где H - ширина, L - длина).
2. Заданная плотность (норма) опыления $- q_{15}$
3. Срок выполнения работ $- T$
4. Длина линейного участка (шага) $- l_{\text{уч}}$
5. Часовая производительность наземного заправочного агрегата $- q_3$
6. Расстояние между пунктом заправки рабочим веществом и районом работ $- L_{\text{рз-рр}}$
7. Расстояние между пунктом базирования и районом работ $- L_{\text{рб-рр}}$
8. Периодичность возвращения на базу
- б) по ЛА
1. Налет часов в сутки $- t_c$
2. Взлетная масса ЛА $- G_0$
3. Масса пустого ЛА $- G_p$
4. Масса коммерческой нагрузки $- G_{KH}$
5. Среднечасовой расход топлива $- q_{\text{ч}}$
6. Ширина зоны захвата $- b_3$
7. Часовой расход рабочего вещества $- q_{\text{рт}}$
8. Крейсерская скорость полета $- V_{\text{кр}}$

Для расчета величины себестоимости выполнения $C_x TO$ ($C_{C_x TO}$) необходимо определить величину себестоимости операции одним ЛА и потребную численность.

В этом случае

$$C_{C_x TO}^{нн} = C_{C_x TO}^{нн} \cdot N_{нн}, \quad (I.19)$$

где $C_{C_x TO}^{нн}$ - себестоимость выполнения $C_x TO$ одним ЛА, р.;

$N_{нн}$ - потребное число ЛА.

Себестоимость выполнения $C_x TO$ одним ЛА ($C_{C_x TO}^{нн}$) определяется из формулы

$$C_{C_x TO}^{нн} = t_c \cdot T \cdot C_{лч}, \quad (I.20)^+$$

где t_c - суточный налет, ч.;

T - срок выполнения операции, сутки;

$C_{лч}$ - себестоимость одного летного часа, р/ч.

+ Расчет величины $C_{лч}$ приводится в разделе II

Потребное число ЛА

$$N_{\text{ЛЛ}} = \frac{S}{S_c^{ЛЛ} \cdot T}, \quad (I.21)$$

где $S_c^{ЛЛ}$ - площадь, обрабатываемая одним ЛА за сутки, км²/сутки.
Величина

$$S_c^{ЛЛ} = t_{\text{обп}} \cdot m_{\text{з.р.}} \cdot n_p \cdot V_{\text{обп}} \cdot h_3, \quad (I.22)$$

где $t_{\text{обп}}$ - время, затрачиваемое на обработку площади за одну заправку рабочим веществом, ч;

$m_{\text{з.р.}}$ - число заправок рабочим веществом за рейс;

n_p - число рейсов в сутки, рейс/сутки;

$V_{\text{обп}}$ - скорость летательного аппарата при обработке, км/ч;

h_3 - ширина обрабатываемой площади (захвата), км.

Величину $t_{\text{обп}}$ можно рассчитать из уравнения

$$t_{\text{обп}} = \frac{G_{\text{кн}}}{G_{\text{т}}}, \quad (I.23)$$

где $G_{\text{кн}}$ - масса коммерческой нагрузки (рабочего вещества) при полной заправке загрузочных емкостей, т;

$G_{\text{т}}$ - часовой расход рабочего вещества, т/ч.

Число заправок рабочим веществом за один рейс

$$m_{\text{з.р.}} = \frac{t_p}{t_{\text{обп}} + t_3 + t_{\text{раз}}}, \quad (I.24)$$

где t_p - рейсовое время полета, ч;

$t_{\text{обп}}$ - время, затрачиваемое на обработку площади за рейс, ч.;

t_3 - время на разовую заправку рабочим веществом, ч.;

$t_{\text{раз}}$ - время на разворот, ч.

Величина определяется из уравнения

$$t_p = \frac{G_r}{G_T}, \quad (I.25)$$

где G_r - масса заправляемого топлива,

$$G_r = G_0 - G_n - G_{\text{кн}}, \quad (I.26)$$

G_0 - масса пустого (без топлива и коммерческой нагрузки) ЛА, т.;

G_n - взлетная масса ЛА, т.;

$G_{\text{кн}}$ - масса коммерческой нагрузки (при полной заправке емкостей рабочим веществом), т.;

G_T - среднечасовой расход топлива, т/ч.

Время на загрузку рабочим веществом включает затраты времени на заправку рабочим веществом, полет на пункт заправки и возвращения в район работ:

$$t_3 = \frac{G_{\text{кн}}}{G_3} + 2 \frac{L_{\text{рз-рп}}}{V_p^3}, \quad (I.27)^+$$

где G_3 - часовая подача наземного заправочного агрегата, т/ч;

$L_{\text{рз-рп}}$ - расстояние между пунктом заправки и районом работ, км;

V_p - рейсовая скорость полета на участке $L_{\text{рз-рп}}$, км/ч

Время $t_{\text{раз}}$ рассчитывается с учетом времени, затрачиваемого на один разворот ($t'_{\text{раз}}$), и числа шагов (рис. I.2).

$$t_{\text{раз}} = t'_{\text{раз}} (n_w - 1) = t'_{\text{раз}} \left(\frac{G_{\text{кн}}}{l_{\text{уч}} \cdot h_3 \cdot G_{\text{т}}} - 1 \right), \quad (I.28)$$

где $t'_{\text{раз}} = 0,05 + 0,1$ ч;

n_w - число шагов;

$l_{\text{уч}}$ - длина пути, проходимого за один шаг (до разворота), км²;

h_3 - ширина зоны захвата (полосы обработки) за один шаг, км;

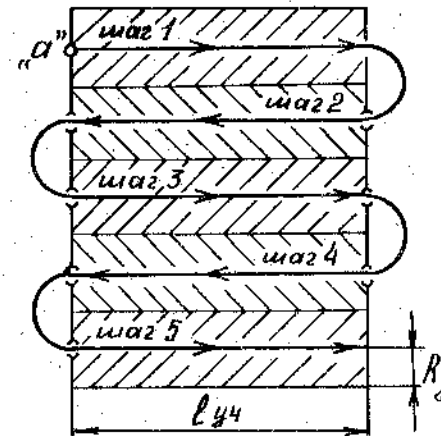
$G_{\text{т}}$ - норматив расхода рабочего вещества на единицу обрабатываемой площади, т/км².

Число рейсов ЛА в сутки определяется следующим образом:

$$n_p = \frac{t_c - t_{\text{н-л}}}{t_p}, \quad (I.29)$$

где t_c - заданный суточный налет часов, ч.;

$t_{\text{н-л}}$ - время на прибытие из района базирования в район работ и обратно, ч.



- "а" - Включение агрегата по расходу рабочего вещества
- "б" - Выключение агрегата по расходу рабочего вещества
- "л" - Длина участка (шага)
- h_3 - Ширина полосы захвата

Рис. I.2

+ Величина G_3 принимается по согласованию с консультантом или статистически.

* Величина $l_{\text{уч}}$ может принимать значение ширины (Н) или длины (L) обрабатываемой площади

Время на полет из района базирования в район работ и обратно рассчитывается по формуле

$$t_{п-в} = 2 \frac{L_{рб-рр}}{V_p^p} m_{возл} \quad (I.30)$$

где $L_{рб-рр}$ - расстояние между центрами района базирования и района работ, км;

V_p^p - рейсовая скорость на участке $L_{рб-рр}$, км/ч.;

$m_{возл}$ - периодичность возвращения, ед/сутки.

Скорость обработки

$$V_{обп} = \frac{1}{h_3} \frac{g_{tt}}{g_{тс}} \quad (I.31)$$

где g_{tt} - часовой расход рабочего вещества, т/ч.;

$g_{тс}$ - норма расхода на единицу площади, т/км².

В окончательном виде формула (I.19) после соответствующих подстановок и преобразований принимает вид

$$C_{с,тс} = \frac{S \cdot g_{тс} \cdot C_{лч} \cdot t_c (t_{обп} + t_3 + t_{рас})}{C_{к.л.} (t_c - t_{п-в})} \quad (I.32)$$

Барражирование территорий (Бр Т) авиационной техникой применяется при разведке косяков рыбы, аэрофотосъемке, патрулировании лесных массивов и т.п. Выполнение такой операции связано с обследованием территории заданной площади в определенный период времени.

При этом в выполнении операции могут участвовать несколько летательных аппаратов одновременно, а сама площадь разбивается на "квадраты" (рис. I.3).

В общем случае основными исходными параметрами временных и стоимостных характеристик выполнения операции Бр Т является:

а) по операции:

1. Площадь района работ

$$S = H \cdot L = \sum_{j=1}^n S_j = \sum_{j=1}^n L_j \cdot H_j, \quad (I.33)$$

где H - ширина района работ;

L - длина района работ;

S_j - площадь j -го квадрата;

L_j - длина j -го квадрата;

H_j - ширина j -го квадрата;

j - порядковый номер квадрата;

n - число "квадратов".

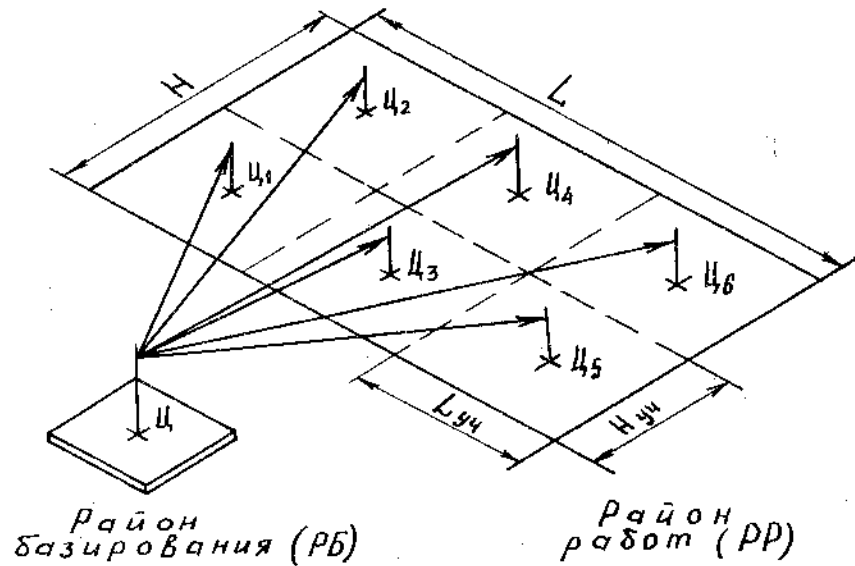


Рис. I.3

- | | |
|--|----------------|
| 2. Срок выполнения операции | T |
| 3. Расстояние между районом базирования и районом работ | $L_{рб-рр}$ |
| б) по ЛА | |
| 1. Налет часов в сутки | t_c |
| 2. Масса топлива (при полной заправке топливных баков) | $G_{тс}$ |
| 3. Крейсерская скорость полета | $V_{кр}$ |
| 4. Часовой расход топлива на участке | $G_{тс}^{нэ}$ |
| 5. Часовой расход топлива при барражировании | $G_{тс}^{обп}$ |
| 6. Норматив запаса топлива (в часах полета) | $T_{тс}^{нэ}$ |
| 7. Ширина зоны захвата (полосы) барражирования за один шаг | h_3 |
- Себестоимость выполнения Бр Т на территории S за срок T в общем случае может быть представлена формулой

$$C_{брт} = C_{брт}^{нэ} \cdot N_{лч}, \quad (I.34)$$

где $C_{брт}^{нэ}$ - себестоимость выполнения операции одним ЛА, р.;

$N_{лч}$ - потребное число ЛА.

Себестоимость выполнения операции Бр Т одним ЛА

$$C_{\text{бпр}}^{\text{нн}} = t_c \cdot T \cdot C_{\text{лч}}, \quad (I.35)$$

где t_c - суточный налет часов, ч.;
 T - срок выполнения транспортной операции, сутки (задается);
 $C_{\text{лч}}$ - себестоимость одного летного часа, р/ч.*
 Потребное число ЛА

$$N_{\text{лч}} = \frac{S}{S_c^{\text{нн}} \cdot T}, \quad (I.36)$$

где $S_c^{\text{нн}}$ - максимально возможная площадь обследования одним ЛА в сутки, км².

Значение

$$S_c^{\text{нн}} = t_{\text{бр}} \cdot n_p \cdot V_{\text{бр}} \cdot h_3, \quad (I.37)$$

где $t_{\text{бр}}$ - время барражирования за один полет (рейс), ч.;
 n_p - числа полетов (рейсов) в сутки;
 $V_{\text{бр}}$ - средняя полетная скорость барражирования, км/ч.;
 h_3 - ширина захвата (полосы) барражирования.
 Значение $t_{\text{бр}}$ определяется из уравнения

$$t_{\text{бр}} = \frac{G_T - 2 \frac{L_{\text{об-пр}}}{V_p^{\text{нн}}} \cdot g_T^{\text{нн}} - \delta_T \cdot g_T^{\text{нн}}}{g_T^{\text{бр}}}, \quad (I.38)$$

где G_T - масса топлива при полной заправке баков, т;
 $L_{\text{об-пр}}$ - расстояние между районом базирования и районом работ, км;
 $V_p^{\text{нн}}$ - рейсовая скорость полета на участке $L_{\text{об-пр}}$, км/ч.;
 $g_T^{\text{нн}}$ - часовой расход топлива на участке $L_{\text{об-пр}}$, т/ч.;
 $\delta_T^{\text{нн}}$ - норматив запаса топлива, ч.;
 $g_T^{\text{бр}}$ - часовой расход топлива при барражировании, т;
 Число полетов в сутки

$$n_p = \frac{t_c}{t_{\text{бр}} + 2t_{\text{н-б}} + t_{\text{всн}}}, \quad (I.39)$$

$t_{\text{н-б}}$ - время полета из района базирования в район работ (или наоборот), ч

$$t_{\text{н-б}} = \frac{L_{\text{об-пр}}}{V_p^{\text{нн}}}, \quad (I.40)$$

* Расчет величины $C_{\text{лч}}$ приводится в разделе II

$t_{\text{всн}}$ - время на вспомогательные операции (заправка топливом, послеполетное и предполетное обслуживание и т.п.), $t_{\text{всн}} = 0,5 - 1,2$ ч.

В окончательном виде формула (I.35) после соответствующих преобразований может быть представлена как

$$C_{\text{бпр}} = \frac{S}{V_{\text{бр}} h_3} \left(1 + \frac{2L_{\text{н-б}}}{t_{\text{бр}}} - \frac{L_{\text{всн}}}{L_{\text{бр}}} \right) C_{\text{лч}}. \quad (I.41)$$

Грузовая транспортная операция (Гр ТО)

Выполнение грузовой, так же как и пассажирской, транспортной операции может осуществляться по двум вариантам (схемам). Первый, когда транспортный процесс осуществляется между аэропортом базирования летательного аппарата и аэропортом назначения. В этом случае груз заранее доставляется в аэропорт базирования, а после его доставки в аэропорт назначения перевозится в пункт назначения другими летательными аппаратами или другими видами транспортных средств. Второй вариант, когда ЛА совершает полет в пункт получения (формирования) груза, а затем сам доставляет его в пункт назначения. На рис. I.4 показаны варианты организации процесса Гр ТО

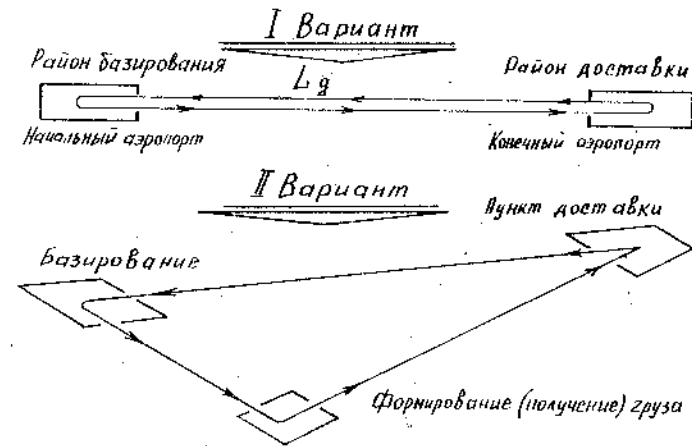


Рис. I.4

В общем случае к числу основных исходных данных Гр ТО относятся:

- а) по операции:
 1. Объем отправок - Q .
 2. Длительность периода, в течение которого осуществляются перевозки - T .
 3. Вариант технологического процесса перевозки (I или II, см. рис. I.4).
 4. Расстояние между пунктами отправления и доставки - $L_{пер}$.
 5. Расстояние между аэропортом базирования и пунктом формирования груза ($L_{б.ф}$).
 6. Периодичность доставки - $m_{г}$.
 7. Вид упаковки груза (контейнер, поддон, пакет и т.д.).
 8. Масса моногруза (одной упаковки) $g_{мн}$.
 9. Вариант загрузки грузовых отсеков ЛА (одним видом упаковки или смешанный вариант).
 10. Вид транспортировки груза (внутри грузовых отсеков, на подвеске, смешанный вариант).

- б) по ЛА:
 1. Среднесуточный налет - t_c .
 2. Максимальная грузоподъемность - $G_{кп}$.
 3. Рейсовая скорость на участке - $L_{б.ф} - V_{р}^{д-ф}$.
 4. Рейсовая скорость на участке - $L_{д} - V_{р}^{д}$.
 5. Предельно возможная масса груза при принятом варианте загрузки и виде транспортировки $G_{г.р}$.

Себестоимость выполнения заданной Гр ТО можно рассчитать по формуле

$$C_{гр.то}^{**} = C_{гр.то}^{**} \cdot N_{ла}, \quad (I.42)$$

где $C_{гр.то}^{**}$ - себестоимость выполнения Гр ТО одним летательным аппаратом, р.;

$N_{ла}$ - число ЛА, необходимых для выполнения заданной Гр ТО.

Себестоимость выполнения Гр ТО одним летательным аппаратом можно представить в следующем виде:

$$C_{гр.то}^{**} = t_c \cdot T \cdot C_{лч}^*, \quad (I.43)^*$$

* Величина $C_{лч}$ приводится в разделе II

где t_c - суточный налет часов одним летательным аппаратом, ч.;

T - календарный срок выполнения работ, сутки;

$C_{лч}$ - себестоимость одного летного часа, р.

Потребное число ЛА

$$N_{ла} = \frac{Q}{Q_p \cdot n_p \cdot T}, \quad (I.44)$$

где Q_p - объем отправок (вес) груза за один рейс, т;

n_p - число рейсов в сутки одним летательным аппаратом,

Число рейсов

$$n_p = \frac{t_c - t_{пр} - t_{бс}}{t_{д} + t_{обп}}, \quad (I.45)$$

где t_c - суточный налет часов, ч.;

$t_{пр}$ - продолжительность полета за получением груза;

$t_{бс}$ - продолжительность полета из пункта доставки груза в пункт базирования, ч.;

$t_{д}$ - время, затрачиваемое на погрузку, разгрузку и доставку груза из пункта получения в пункт назначения, ч.;

$t_{обп}$ - время на обратный рейс (из пункта доставки в пункт получения груза), ч.

Значения $t_{пр}$, $t_{бс}$ и $t_{обп}$ рассчитываются по формуле

$$t = \frac{L}{V_p}, \quad (I.46)$$

где L - расстояние между пунктами полета, км;

V_p - рейсовая скорость полета, км/час.

Значение $t_{д}$ определяется из уравнения

$$t_{д} = t_3 + t_p + \frac{L_{д}}{V_{рА}}, \quad (I.47)$$

где t_3 , t_p - соответственно время загрузки и разгрузки*;

$L_{д}$ - протяженность авиалинии между пунктами получения и доставки груза.

В окончательном виде формула (I.42) после соответствующих подстановок и преобразований может быть представлена как

$$C_{гр.то} = \frac{Q}{Q_p} \cdot \frac{t_c (t_{д} + t_{обп})}{t_c - t_{пр} - t_{бс} - t_{обп}} \cdot C_{лч} \quad (I.48)$$

* Величины t_3 и t_p принимаются по согласованию с консультантом

II. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

I. РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Дозвуковые самолета

Основные летно-технические характеристики и стоимостные параметры некоторых зарубежных дозвуковых транспортных самолетов представлены в таблице 2, I*. При определении затрат на летательный аппарат по стадиям жизненного цикла (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, серийное производство и эксплуатацию) используются укрупненные методы расчета с дифференциацией по основным конструктивно-функциональным элементам планера с оборудованием и двигателем*.

A. Научно-исследовательские работы. Большая часть затрат на НИР является по отношению к конкретному типу изделия косвенными затратами. Поэтому в качестве базы распределения затрат на НИР принимаются затраты на ОКР.

Затраты на НИР самолета

$$C_{НИР} = C_{ОКР} \cdot K_{НИР}, \quad (2.1)$$

где $C_{ОКР}$ - затраты на ОКР;

$K_{НИР}$ - коэффициент соотношения затрат на НИР и ОКР, $K_{НИР} = 0,18$.

B. Опытно-конструкторские работы. I. П л а н е р. Затраты на ОКР планера в наибольшей мере зависят от таких летно-технических характеристик самолета как крейсерская скорость ($V_{кр}$), максимальная (расчетная) дальность беспосадочного полета ($L_{вп}$), максимальная грузоподъемность ($G_{кн}$) и размера опытной партии ($n_{оп}$):

$$C_{пл} = 26 V_{кр}^{0,85} L_{вп}^{0,28} G_{кн}^{0,2} n_{оп}^{0,3} \text{ тыс. р.}, \quad (2.2)$$

* В дальнейшем для сокращения используется запись "планер" вместо "планер с оборудованием".

Т а б л и ц а 2.1

Название самолета	Основные параметры и летно-технические характеристики самолетов							Число двигателей	Программа выпуска $N_{сп}$	Стоимость самолета, U_z	Год выпуска
	G_0 т	E_0 тс	$G_{кр}$ тс	$L_{вп}$ км	$V_{кр}$ км/ч	P_{max} тс	7				
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	
1. P-28	25,7	15	6,1	1800	885	4,47	2	10	2,5 млн. дол.	1974	
2. БАР-П-200	35,6	21	8,35	2100	870	4,72	2	47	2,3 млн. ф. ст.	1965	
3. ДС-9-10	41,1	22,3	11,3	1100	870	6,35	2	140	3,3 млн. дол.	1965	
4. Каравелла-3	46	26,6	8,3	3000	730	5,17	2	17	1,4 млн. ф. ст.	1965	
5. Боинг 727-100	44	23,8	13,2	2950	850	6,35	2	30	3,7 млн. дол.	1967	
6. Боинг 727-200	48,5	25,4	14,5	3350	850	6,58	2	150	4,0 то же	1967	
7. ДС-9-30	49	26,8	16,7	1670	935	6,35	2	400	3,6 - "	1967	
8. ДС-9-40	51,7	26,8	16,5	1050	945	6,58	2	16	4,2 - "	1968	

* Данные взяты из "Технической информации ЦАГИ" Масса пустого самолета G_0 , дана с учетом массы снаряжения. В стоимости самолета учтены затраты на НИОКР.

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9. Меркюр	52	28,9	16,1	1400	925	7,03	2	12	6,1	1974
10. Каравелла-12	56	31,8	13,2	2650	810	6,58	2	12	5,2	1971
11. Трайдент 1Е	61,5	31,3	12,5	4400	810	5,17	3	15	1,8	млн. ф. ст.
12. Трайдент 2Е	65,2	31,95	13,4	5100	810	5,41	3	15	2	млн. ф. ст.
13. Трайдент 3В	68	37,9	14,1	3100	810	5,44	3	26	2,3	то же
14. Боинг 727-100	72,6	39,15	14,4	3350	917	6,35	3	500	4,8	млн. дол.
15. Боинг 727-200	77	43,5	19	1800	890	6,35	3	100	5,1	млн. дол.
16. Боинг 720Б	106	51,2	19,7	6700	895	8,165	4	90	5,7	то же
17. А-300В2	137	84,75	31,75	1600	925	23,13	2	13	17	"
18. DC-8-50	143	62	20,9	10850	895	8,165	4	130	7	"
19. DC-8-61	147,4	69	30,70	4950	895	8,165	4	89	8,8	"
20. Бак 7010	141,5	66,7	18	8000	890	9,25	4	32	2,25	млн. ф. ст.
21. Б 727-320Б	148,3	62,7	23,6	9700	885	8,165	4	112	6,75	млн. дол.
22. DC-8-62	158,8	65	21,5	9000	895	8,165	4	57	7,8	млн. дол.
23. Бак "Супер" VC-10	152	71,95	22,8	7600	865	10,2	4	22	3,3	то же
24. DC-8-63	161	72	30,7	6350	895	8,165	4	92	8	млн. дол.
25. DC-10-10	195	106,4	45,5	4800	925	18,45	3	130	16	млн. дол.
26. DC-10-20	251,75	121,6	45,3	7900	925	22,68	3	130	16	млн. дол.
27. DC-10-30	251,75	119,8	47,1	8300	925	23,13	3	130	16	млн. дол.
28. А-1011	195	106,6	38,4	5300	945	19,05	3	105	15,2	млн. дол.
29. Боинг 747	322	160	56	7400	945	19,73	4	185	20	млн. дол.

где $550 \leq V_{кр} \leq 950$, км/час;
 $1,0 \leq L_{6П} \leq 10$ тыс. км;
 $\lambda = 0,5$ при $10 \leq G_{кн} \leq 100$, т;
 $0,5 < \lambda \leq 0,65$ при $100 < G_{кн} \leq 500$, т;
 $0,65 < \lambda \leq 0,65$ при $500 < G_{кн} \leq 1000$, т.

$$n_{оп} = 5 + 8.$$

2. Д в и г а т е л ь. Затраты на ОКР двигателя ($C_{ДВ}^{окр}$) в наибольшей мере зависят от максимальной (расчетной) тяги (мощности) P_{max} , крейсерской скорости $V_{кр}$ и размера опытной партии $n_{ДВ}^{оп}$

$$C_{ДВ}^{окр} = 561 P_{max}^{0,53} V_{кр}^{0,24} n_{ДВ}^{оп 0,45} \text{ тыс. р.}, \quad (2.3)$$

где $6 \leq P_{max} \leq 25$, тс;
 $300 < V_{кр} \leq 950$, км/час;

$$n_{ДВ}^{оп} = 10 + 15,$$

Таким образом, формула для определения затрат на НИОКР самолета и двигателя имеет следующий вид:

$$C_{НИОКР} = 1,18 (C_{пл}^{окр} + C_{ДВ}^{окр}) \quad (2.4)$$

В. С е р и й н о е п р о и з в о д с т в о. I. П л а н е р. На величину затрат серийного производства самолетов наибольшее влияние оказывают масса пустого самолета (G_n), крейсерская скорость ($V_{кр}$) и программа выпуска (серийность) ($N_{пл}$). Затраты на одно изделие (планер) определяются по среднесовокупной величине затрат ($C_{пл}^{ср}$), устанавливаемой из расчета общей программы выпуска:

$$C_{пл}^{ср} = 7,28 G_n^\lambda V_{кр}^{0,4} N_{пл}^{-0,2} K_N \text{ тыс. р.}, \quad (2.5)$$

где K_N - коэффициент, учитывающий серийность выпуска самолетов

$$\left. \begin{aligned} K_N &= 1 \\ \lambda &= 0,9 \end{aligned} \right\} \text{ при } 20 \leq G_n \leq 200, \text{ т;} \\ \left. \begin{aligned} 1,25 &\leq K_N \leq 1,35 \\ \lambda &= 0,93 \end{aligned} \right\} \text{ при } 200 < G_n \leq 1000, \text{ т;} \\ \left. \begin{aligned} 1,5 &\leq K_N \leq 1,75 \\ \lambda &= 0,99 \end{aligned} \right\} \text{ при } 1000 < G_n \leq 2000, \text{ т.}$$

2. Д в и г а т е л ь. За главные показатели расчета себестоимости серийного производства двигателей могут быть приняты: макси-

мальная тяга (мощность) - P_{max} ; крейсерская скорость полета - $V_{кр}$
и величина программы выпуска - $N_{дв}$

$$C_{дв} = 182,7 P_{max}^{0,64} V_{кр}^{0,2} N_{дв}^{-0,28} \quad \text{тыс. р.} \quad (2.6)$$

при $6 \leq P_{max} \leq 25$, тс;
 $550 \leq V_{кр} \leq 950$, км/ч.

Размер парка выпуска двигателей определяется по формуле

$$N_{дв} = N_{пл} \cdot m_{дв} (1 + n_{зк}^{дв}), \quad (2.7)$$

где $n_{зк}^{дв}$ - число замен комплекта двигателей,

$$n_{зк}^{дв} = \frac{t_{за}^{дв}}{t_{дв}^{дв}} - 1. \quad (2.8)$$

Цена самолета (с двигателями) рассчитывается по формуле

$$C_c = (C_{пл}^{сн} + C_{дв}^{сн} \cdot n_{дв}) (1 + K_p), \quad (2.9)$$

где $m_{дв}$ - число установленных двигателей;

K_p - коэффициент рентабельности, $K_p = 0,09$.

Г. Эксплуатация. Затраты на эксплуатацию систем ЛА формируются как в процессе использования по целевому назначению, так и в процессе обеспечения их технической исправности и функциональной готовности.

Эксплуатационные расходы включают прямые (в летательный аппарат) и косвенные (в наземный комплекс) затраты. Сумма этих затрат, отнесенная на один летный час, определяет его себестоимость.

$$C_{лч}^{дв} = C_{лч}^{пр} + C_{лч}^{кр}, \quad (2.10)$$

где $C_{лч}^{пр}$ - прямые эксплуатационные расходы одного летного часа;

$C_{лч}^{кр}$ - косвенные эксплуатационные расходы одного летного часа.

Г. Прямые эксплуатационные расходы включают затраты на горючесмазочные материалы ($C_{ГСМ}$), техническое обслуживание ($C_{тв}$), амортизацию (C_a), реновационные отчисления (C_p) и затраты на капитальный ремонт ($C_{кр}$), заработную плату летно-подъемного состава ($C_{лпс}$) и прочие прямые расходы ($C_{пр}$).

а) горючесмазочные материалы.

Часовые затраты на горючесмазочные материалы рассчитываются по формуле

$$C_{ГСМ} = 0,109 V_{кр}^{0,68} G_0^{0,8} L_{вп}^{-0,3} K_{G_0} \quad \text{р./ч.}, \quad (2.11)$$

где G_0 - взлетная масса самолета;

K_{G_0} - коэффициент увеличения затрат на горючесмазочные материалы с ростом взлетной массы самолета;

$K_{G_0} = 1$ при $50 \leq G_0 \leq 300$, т;

$K_{G_0} = 2,15$ при $300 < G_0 \leq 1500$, т;

$K_{G_0} = 2,75$ при $1500 < G_0 \leq 3000$, т.

б) техническое обслуживание

Часовые затраты на техническое обслуживание в наибольшей мере определяются взлетной массой (G_0) и величиной межремонтного ресурса ($t_{пр}^{дв}$) самолета, а также мощностью (P_{max}) и межремонтным ресурсом ($t_{пр}^{дв}$) двигателя.

В целом часовые затраты на техническое обслуживание самолета (с двигателем) рассчитывают по формуле

$$G_{тв} = 27,5 G_0^{\lambda} t_{пр}^{дв-0,15} + 41,2 (P_{max} \cdot m_{дв})^{0,35} t_{пр}^{дв-0,2} \quad \text{р./ч.}, \quad (2.12)$$

где $\lambda = 0,45$ при $50 \leq G_0 \leq 300$, т;

$\lambda = 0,72$ при $300 < G_0 \leq 1500$, т;

$\lambda = 0,86$ при $1500 < G_0 \leq 3000$, т;

$6 \leq P_{max} \leq 25$, тс;

$3000 \leq t_{пр}^{дв} \leq 6000$ ч;

$2500 \leq t_{пр}^{дв} \leq 5000$ ч.

в) амортизация

Часовые амортизационные отчисления (C_a) включают затраты на реновацию (C_p) и капитальный ремонт ($C_{кр}$) планера и двигателей самолета ($C_a = C_p + C_{кр}$).

Реновация планера и двигателей самолета рассчитывается из уравнения

$$C_p = \left(\frac{C_{пл}^{сн}}{t_a^{пл}} + \frac{C_{дв}^{сн} \cdot m_{дв}}{t_a^{дв}} \right) (1 + K_p), \quad (2.13)$$

где $t_a^{пл}$, $t_a^{дв}$ - соответственно амортизационный ресурс планера и двигателя самолета;

$$t_a^{пл} = t_a^{пл} \cdot t_{лч}^r; \quad t_a^{дв} = t_a^{дв} \cdot t_{лч}^r, \quad (2.14)$$

$t_a^{на}$, $t_a^{ав}$ - соответственно амортизационный срок службы планера ($t_a^{на} = 10-15$ лет) и двигателя ($t_a^{ав} = 5-10$ лет).

Часовые амортизационные отчисления на капитальный ремонт планера и двигателей самолета определяются из уравнения

$$C_{кр} = C_{кр}^{на} + C_{кр}^{ав} = \frac{92 \cdot 10^3 \cdot b_n^d \cdot K_N}{\tau_{кр}^{на}} + \frac{14,6 \cdot 10^2 \cdot \rho_{max}^{0,6} \cdot N_{ав}^{-0,13} \cdot m_{ав}}{\tau_{кр}^{ав}} \quad P.4, \quad (2.15)$$

где $K_N = I$ } при $20 \leq b_n \leq 200$, т;
 $d = 0,6$ }

$1,25 \leq K_N \leq 1,35$ } при $200 < b_n \leq 700$, т;
 $d = 0,63$ }

$1,5 \leq K_N \leq 1,75$ } при $700 < b_n \leq 1500$, т;
 $d = 0,68$ }

$3000 \leq \tau_{кр}^{на} \leq 6000$ } ρ_{max} - т.
 $2500 \leq \tau_{кр}^{ав} \leq 5000$ }

г) заработная плата ЛПС

Часовые расходы на заработную плату летно-подъемного состава рассчитываются в зависимости от взлетной массы самолета и коэффициента роста численности членов экипажа:

$$b_{эп}^{лич} = 1,12 \cdot b_0^{0,9} \cdot K_{эп} \quad P.4, \quad (2.16)$$

где $K_{эп} = I$ } при $50 \leq b_0 \leq 300$, т;
 $K_{эп} = 1,35$ } при $300 < b_0 \leq 1500$, т;
 $K_{эп} = 1,78$ } при $1500 < b_0 \leq 3000$, т.

д) прочие прямые эксплуатационные расходы учитываются в себестоимости одного летного часа коэффициентом, величина которых составляет ~ 7% от суммы перечисленных статей затрат ПЭР, т.е.

$$C_{пр} = 0,07 \sum_{i=1}^n C_i^{пэр} \quad (2.17)$$

2. Косвенные эксплуатационные расходы включают затраты, связанные с функционированием и поддержанием в технической исправности различных служб наземного комплекса (аэропорта).

Величина косвенных эксплуатационных расходов одного летного часа определяется из уравнения

$$C_{лч}^{кэр} = \frac{C_2^{кэр} \cdot b_{кн}}{Q_{аэр} \cdot t_n} \quad (2.18)$$

где $C_2^{кэр}$ - годовые текущие затраты наземного комплекса (аэропорта)*;

$b_{кн}$ - максимальная масса коммерческой нагрузки, т;

$Q_{аэр}$ - норматив общего максимального тоннажа отправок в год для аэропорта данного класса (таблица 2,5 § 2, разд. II);

t_n - время полета на максимальную (заданную) беспосадочную дальность.

Таким образом, себестоимость одного летного часа самолета определяется суммой следующих затрат:

$$C_{лч} = C_{лч}^{пэр} + C_{лч}^{кэр} = (C_{гсм} + C_{г0} + C_a + C_{эп} + C_{пр}) + \frac{C_2^{кэр}}{Q_{аэр}} \cdot \frac{b_{кн}}{t_n} \quad (2.19)$$

Пример расчета

Исходные данные:

- | | |
|--|---------------------------|
| 1. Крейсерская скорость полета | $V_{кр} = 850$ км/час |
| 2. Максимальная (расчетная) дальность беспосадочного полета | $L_{бп} = 3350$ км |
| 3. Максимальная грузоподъемность | $b_{кн} = 14,5$ т |
| 4. Размер опытной партии самолетов | $n_n^{оп} = 5$ |
| 5. Максимальная (расчетная) тяга двигателя | $\rho_{max} = 65,8$ Н |
| 6. Размер опытной партии двигателей | $n_n^{от} = 10$ |
| 7. Масса пустого самолета | $b_n^{ав} = 25,4$ т |
| 8. Взлетная масса самолета | $b_0 = 48,5$ т |
| 9. Межремонтный ресурс планера | $\tau_{кр}^{на} = 2000$ ч |
| 10. Межремонтный ресурс двигателя | $\tau_{кр}^{ав} = 2000$ ч |
| 11. Амортизационный срок службы планера | $t_a^{на} = 15$ лет |
| 12. Амортизационный срок службы двигателя | $t_a^{ав} = 5$ лет |
| 13. Годовой полет часов самолета | $\tau_{лч}^2 = 2000$ ч |
| 14. Время полета на максимальную (расчетную) беспосадочную дальность | $t_n = 4$ ч |
| 15. Норматив годового числа самолетов-вылетов для аэропорта данного класса | $N_{с.в}^2 = 100$ тыс. |
| 16. Годовой объем транспортной работы | $Q_x^2 = 3700$ млн. ткм. |
| 17. Число устанавливаемых на самолете двигателей | $m_{ав} = 2$. |

* Расчет величины $C_2^{кэр}$ приведен в п. 2.2 § 2 раздел II

РАСЧЕТ

А. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

И. П л а н е р . Затраты на ОКР планера определяются по формуле (2.2)

$$C_{пл}^{окр} = 26 \cdot 850^{0,85} \cdot 3,35^{0,28} \cdot 14,5^{0,5} \cdot 5^{0,3} = 55164 \text{ тыс.р.}$$

2. Д в и г а т е л ь . Затраты на ОКР двигателя определяются по формуле (2.3)

$$C_{дв}^{окр} = 561 \cdot 6,58^{0,53} \cdot 850^{0,24} \cdot 10^{0,45} = 21835 \text{ тыс.р.}$$

Затраты на НИОКР самолета определяются по формуле (2.4)

$$C_{ниокр} = 1,18 (55164 + 21835) = 90858 \text{ тыс.р.}$$

Б. Серийное производство. И. П л а н е р . Размер парка проектируемых самолетов определяется по формуле (1.8)

$$N_{лп} = \frac{3700000000}{14,5 \cdot 850 \cdot 200} = 150$$

Затраты на серийное производство планера определяются по формуле (2.5)

$$C_{пл}^{сп} = 7,28 \cdot 25,4^{0,9} \cdot 850^{0,4} \cdot 150^{-0,2} = 728 \text{ тыс.р.}$$

2. Д в и г а т е л ь . Размер парка двигателей определяется по формулам (2.7, 2.8)

$$N_{дв} = 150 \cdot 2 \left[1 + \left(\frac{30000}{10000} - 1 \right) \right] = 900$$

Затраты на серийное производство двигателя определяются по формуле (2.6)

$$C_{дв}^{сп} = 182,7 \cdot 6,58^{0,64} \cdot 850^{0,2} \cdot 900^{-0,28} = 350 \text{ тыс.р.}$$

3. Цена самолета рассчитывается согласно формулы (2.9)

$$Ц_c = (728 + 350 \cdot 2)(1 + 0,09) = 2350 \text{ тыс.р.}$$

В. Эксплуатация. И. Прямые эксплуатационные расходы на ЛА:

а) часовые расходы на горючесмазочные материалы рассчитываются по формуле (2.11)

$$C_{гсм} = 0,109 \cdot 850^{0,68} \cdot 48,5^{0,8} \cdot 3,35^{-0,3} = 169 \text{ р./ч.}$$

б) часовые затраты на техническое обслуживание рассчитываются по формуле (2.12)

$$C_{то} = 27,5 \cdot 48,5^{0,45} \cdot 5000^{-0,15} + 41,2(65,8 \cdot 2)^{0,35} \cdot 4000^{-0,2} = 63,2 \text{ р./ч.}$$

в) часовые амортизационные отчисления рассчитываются по формулам (2.13-2,15):

$$r_a^{нм} = 15 \cdot 2000 = 30000 \text{ ч.};$$

$$r_a^{дв} = 5 \cdot 2000 = 10000 \text{ ч.};$$

$$C_p = \left(\frac{728000}{30000} + \frac{350000 \cdot 2}{10000} \right) (1 + 0,09) = 130 \text{ р./ч.}$$

$$C_{кр} = \frac{92 \cdot 10^3 \cdot 25,4^{0,6}}{5000} + \frac{14,6 \cdot 10^4 \cdot 65,8^{0,6} \cdot 900^{-0,3}}{4000} \cdot 2 = 240 \text{ р./ч.}$$

$$C_{\alpha} = 130 + 240 = 370 \text{ р./ч.}$$

г) часовые расходы на заработную плату определяются по формуле (2.16)

$$C_{зп}^{лтс} = 1,12 \cdot 48,5^{0,9} = 36,85 \text{ р./ч.}$$

д) прочие прямые эксплуатационные расходы определяются по формуле (2.17)

$$C_{пр} = 0,07 (169 + 63,2 + 130 + 240 + 36,8) = 44,7 \text{ р./ч.}$$

Таким образом, прямые эксплуатационные расходы по ЛА, приходящиеся на один летный час, составят

$$C_{л.ч.}^{пр} = 169 + 63,2 + 370 + 36,8 + 44,7 = 683,4 \text{ р./ч.}$$

2. Косвенные (аэропортовые) эксплуатационные расходы:

а) затраты при эксплуатации аэродромных покрытий определяются по формуле (2.48)

$$C_e^{аэп} = 5,72 \cdot 10^{-8} \left(\frac{21,8}{4} \right)^{0,74} (2500)^{2,78} + 7,28 \left(\frac{21,8}{4} \right)^{0,64} \cdot 100^{0,72} = 1139 \text{ тыс.р./з.}$$

где $N_k = 4$; $L_{в.пл} = 2500 \text{ м}$; $N_{с-в}^{пр} = 100000 \text{ с-в}$;

$$\rho_0 = \frac{48,5 \cdot 0,9}{2} = 21,8 \text{ (согласно уравнения 2.42);}$$

б) текущие затраты службы управления воздушным движением авиатопливообеспечения, авиационно-технической базы определяются по формуле (2.49)

$$C_{\text{убд, ган, лтб}} = 31,44 \cdot 100^{0,6} (558 \cdot 100^{0,06} + 1,35 + 100^{0,38}) = 7188 \text{ тыс. р./г.}$$

в) текущие затраты комплекса перевозок определяются по формуле (2.50)

$$C_2^{\text{пер}} = 48,27 + 0,84 \cdot 850 + 3,17 \cdot 15^{1,12} = 713,8 \text{ тыс. р./г.}$$

где $Q_{\text{пасс}} = 850 \text{ тыс. чел.};$

$Q_{\text{гр}} = 15 \text{ тыс. т.}$

Таким образом, годовые текущие затраты наземного комплекса составляют

$$C_2^{\text{кэр}} = 1139 + 7188 + 713,8 = 9040,8 \text{ тыс. р./г.};$$

Величина косвенных эксплуатационных расходов, приходящихся на один летный час, определяется по формуле (2.47)

$$C_{\text{л.ч}}^{\text{кэр}} = \frac{14,5 \cdot 9040,8}{100 \cdot 10^3 \cdot 4} = 327,7 \text{ р./ч.}$$

В целом себестоимость одного летного часа самолета, как это следует из уравнения (I.4) составит

$$C_{\text{л.ч}}^{\text{лн}} = 683,4 + 327,7 = 1011,1 \text{ р./ч.}$$

Для определения величины стоимости одного летного часа самолета ($\tilde{C}_{\text{л.ч}}^{\text{лн}}$) необходимо кроме $C_{\text{л.ч}}^{\text{лн}}$ знать величину капитальных вложений в летательный аппарат $K_{\text{л.ч}}^{\text{лн}}$ и в наземный комплекс $K_{\text{л.ч}}^{\text{нк}}$

Капиталовложения в летательный аппарата, приходящиеся на один летный час, согласно уравнению (I.6) составят:

$$K_{\text{л.ч}}^{\text{лн}} = \frac{2350 \cdot 10^3 + \frac{90858 \cdot 10^3}{150}}{2000} = 1478 \text{ р./ч.}$$

Для расчета величины капитальных вложений в наземный комплекс, приходящийся на один летный час самолета $K_{\text{л.ч}}^{\text{нк}}$, необходимо определить стоимость подсистем наземного комплекса (аэропорта):

а) стоимость аэродромного покрытия определяется по формуле (2.44)

$$C_{\text{аэр}} = 31,46 \cdot 10^{-8} \left(\frac{21,8}{4} \right)^{0,74} \cdot 2500^{2,78} + 40,3 \left(\frac{21,8}{4} \right)^{0,64} \cdot 100^{0,72} = 3283 \text{ тыс. р.};$$

б) стоимость средств радионавигации, посадки и управления воздушным движением, средств авиатопливообеспечения, зданий и сооружений технического обслуживания самолетов определяется по формуле (2.45)

$$C_{\text{убв, гсм, лтб}} = 172,9 \cdot 100^{0,6} (558 \cdot 100^{0,06} + 1,35 + 100^{0,38}) = 36077,5 \text{ тыс. р.};$$

в) стоимость сооружений комплекса определяется по формуле (2.46)

$$C_{\text{пер}} = 265,46 + 4,6 \cdot 850 + 17,42 \cdot 15^{1,12} = 4536 \text{ тыс. р.}$$

Таким образом, стоимость аэропорта составит

$$C_{\text{нк}} = 3283 + 36077,5 + 4536 = 43896,5 \text{ тыс. р.}$$

Капиталовложения в наземный комплекс, приходящиеся на один летный час, определяются по формуле (I.7):

$$K_{\text{л.ч}}^{\text{нк}} = \frac{43896,5 \cdot 14,5}{10000 \cdot 4} = 1591,2 \text{ р./ч.}$$

Подставив полученные значения $C_{\text{л.ч}}^{\text{лн}}$, $C_{\text{л.ч}}^{\text{кэр}}$, $K_{\text{л.ч}}^{\text{лн}}$, $K_{\text{л.ч}}^{\text{нк}}$ в формулу (I.3), получим значение стоимости одного летного часа ЛА:

$$\tilde{C}_{\text{л.ч}}^{\text{лн}} = (683,4 + 327,7) + 0,15 (1478 + 1591,2) = 1011,1 + 460,38 = 1471,5 \text{ р./ч.}$$

Согласно уравнению (I.1) стоимость выполнения транспортной операции (работы) за год составит

$$\tilde{C}_2^{\text{лн}} = 1471,5 \cdot 2000 = 2,943 \text{ млн. р.}$$

Стоимость выполнения транспортной работы за год всем парком самолетов (формула I.2)

$$\tilde{C}_2 = 2,943 \cdot 150 = 441,45 \text{ млн. р.}$$

Оценка экономической эффективности проектируемого летательного аппарата проводится в сравнении с самолетом-аналогом.

СВЕРХЗВУКОВЫЕ ПАССАЖИРСКИЕ САМОЛЕТЫ

Расчет стоимостных параметров сверхзвуковых пассажирских самолетов (СПС) можно проводить по трем следующим стадиям жизненного цикла:

А. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР). Суммарные затраты на разработку СПС предлагается рассчитывать по трем основным составляющим: проектирование, включая изготовление макета; изготовление опытной серии (опытное производство); проведение наземных и летных испытаний.

1. Затраты на проектирование и изготовление макетов рассчитываются по формуле

$$C_{\text{проект}} = 1,15 T_{\text{пр}} (G_{\text{кн}} L_{\text{сл}})^{0,32} M^{0,8} \text{ млн. р.}, \quad (2.20)$$

где $T_{\text{пр}}$ - длительность этапа проектирования, г;
 $G_{\text{кн}}$ - масса коммерческой нагрузки, т;
 $L_{\text{сл}}$ - дальность беспосадочного полета, км;
 M - крейсерская скорость, М.

2. Затраты на изготовление опытных образцов рассчитываются в зависимости от массы пустого самолета ($G_{\text{пуст,т}}$), суммарной тяги двигателей ($P_{\Sigma,тс}$) и числа опытных экземпляров ($N_{\text{оп,шт}}$):

$$C_{\text{оп}} = 0,65 G_{\text{пуст}}^{0,6} P_{\Sigma}^{0,53} N_{\text{оп}}^{-0,28} \text{ млн. р.}, \quad (2.21)$$

3. Затраты на проведение наземных (стендовых) и летных испытаний учитывают:

а) условно-постоянную часть расходов (стоимость разработки необходимой технической документации, стоимость наземного оборудования для всех видов испытаний, заработная плата административно-управленческого аппарата, аэродромные расходы);

б) прямые эксплуатационные расходы одного летного часа (затраты на горючесмазочные материалы, полный фонд заработной платы экипажа, доплата инженерно-техническому персоналу за выполнение испытательных полетов, затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт самолета, амортизация бортового оборудования для проведения летных испытаний);

в) затраты на выполнение намеченной программы испытаний по конструкции, системам оборудования и силовой установки самолета.

30

Расчет выполняется по формуле

$$C_{\text{исп}} = 6,4 T_{\Sigma}^{\text{исп}} + 0,13 T_{\text{лч}}^{\text{исп}} + 0,45 \left[G_{\text{кон}}^{1,5} \left(\frac{G_0}{P_{\Sigma}} \right)^{0,75} + \left(\frac{G_{\text{обс}}}{G_{\text{кон}}} \right)^{0,4} \right] \text{ млн. р.}, \quad (2.22)$$

где $T_{\Sigma}^{\text{исп}}$ - длительность цикла испытаний (летных и наземных), г.;
 $T_{\text{лч}}^{\text{исп}}$ - объем летных испытаний, л.ч.;
 $G_{\text{кон}}$ - масса конструкции самолета, т;
 G_0 - взлетная масса самолета, т;
 P_{Σ} - суммарная тяга двигателей, Н;
 $G_{\text{обс}}$ - масса оборудования самолета (без двигателей), тс.

Таким образом, затраты на разработку

$$C_{\text{разр}} = C_{\text{проект}} + C_{\text{оп}} n_{\text{оп}} + C_{\text{исп}}. \quad (2.23)$$

Б. Серийное производство. Цена серийного самолета в общем случае может быть представлена формулой

$$C^{\text{ср}} = (C_{\text{сп}}^{\text{нп}} + C_{\text{пги}}) (1 + K_{\text{рсп}}), \quad (2.24)$$

где $C_{\text{сп}}^{\text{нп}}$ - себестоимость планера самолета;
 $C_{\text{пги}}$ - цена покупных готовых изделий;

$$C_{\text{пги}} = C_{\text{су}} + C_{\text{об}}, \quad (2.25)$$

$C_{\text{су}}$ - цена двигателей, установленных на самолете;

$C_{\text{об}}$ - цена покупных готовых изделий (оборудования);

$K_{\text{рсп}}$ - коэффициент рентабельности в авиастроении ($K_{\text{рсп}} = 0,09$).

1. Себестоимость серийного производства планера самолета ($C_{\text{сп}}^{\text{нп}}$) укрупненно может быть определена путем суммирования материальных затрат, затрат на заработную плату и накладных расходов.

а) Стоимость материалов зависит от номенклатуры и удельного значения каждого вида материалов в конструкции планера. При этом выделяется сумма затрат на композиционные материалы:

$$C_{\text{мат}} = \sum C_{\text{мет}i} + \sum C_{\text{км}j}, \quad (2.26)$$

где $C_{\text{мет}i}$ - стоимость металла i -й марки;

$C_{\text{км}j}$ - стоимость композиционного материала j -й марки.

Зная цену 1 кг материала данного вида ($C'_{\text{мет}i}$, $C'_{\text{км}j}$), коэффициенты их использования ($K_{\text{и}i}$, $K_{\text{и}j}$) и массу конструктивного элемента планера, можно рассчитать стоимость материалов планера самолета

$$C_{\text{мат}} = \sum C'_{\text{мет}i} \cdot G_{\text{мет}i} \cdot K_{\text{ис}} + \sum C'_{\text{км}j} \cdot G_{\text{км}j} \cdot K_{\text{и}j} \quad (2.27)$$

Значения величин $C'_{\text{мет}i}$ и $K_{\text{ис}}$ выбираются из методического пособия "Нормативно-справочных материалов для выполнения общих расчетов по технико-экономическому обоснованию дипломных проектов студентов инженерно-технических факультетов и экономического факультета", МАИ, 1976, авторы Н.И. Пачин, А.И. Кавардамов, Е.П. Ширяев.

Для определения величин $C'_{\text{км}j}$ используют данные кафедры. Величина $K_{\text{и}j} = 1, 1-1,2$, Величины $G_{\text{мет}i}$ и $K_{\text{км}j}$ принимаются равными массам конструктивных элементов, выполняемых из металла i -й марки или композиционного материала j -й марки.

Результаты расчетов материальных затрат представляются табл. 2.2.

Т а б л и ц а 2.2

№ Цп.	Перечень конструктивных элементов планера	Наименование материала	Марка	Цена за 1 кг, р.	Масса с учетом композиционных материалов	Стоимость расходуемой массы материала (тыс. р.)
1	2	3	4	5	6	7
		I	Металлы			
1.	Фюзеляж					
2.	Крыло					
3.	Горизонт. хвостовое оперение					
4.	Вертик. хвостовое оперение					
5.	Гондолы двигателей					
6.	Шасси					

И т о г о

Композиционные материалы

1.	Фюзеляж
2.	Крыло
3.	Горизонт. хвостовое оперение
4.	Вертик. хвостовое оперение

1	2	3	4	5	6	7
5.	Гондолы двигателей					
6.	Шасси					
И т о г о						
В с е г о н а						
п л а н е р						

б) Заработная плата. Для определения расходов на заработную плату используется величина средней заработной платы, приходящейся на 1 кг массы пустого самолета ($C'_{\text{зп}}$) и величина массы пустого самолета ($G_{\text{пуст}}$):

$$C_{\text{зп}} = C'_{\text{зп}} \cdot G_{\text{пуст}} \quad (2.28)$$

Затраты $C'_{\text{зп}}$ рассчитываются по формуле

$$C'_{\text{зп}} = 7,5 G_{\text{пуст}}^{0,6} \cdot N_{\text{сп}}^{0,32} \text{ р/кг} \quad (2.29)$$

где $G_{\text{пуст}}$ - масса пустого самолета, тс;

$N_{\text{сп}}$ - размер серийного выпуска (программа производства), шт.

в) Величина накладных расходов составляет 200-300% от $C_{\text{зп}}$,

т.е.

$$C_{\text{нр}} = C_{\text{зп}} \cdot K_{\text{нр}} \quad (2.30)$$

где $K_{\text{нр}}$ - коэффициент накладных расходов $K_{\text{нр}} = 2 + 3$.

2. Покупные готовые изделия. Стоимость покупных готовых изделий (ПИ) включает стоимость установленных на самолете двигателей и оборудования.

Затраты на ПИ укрупненно могут быть определены через их удельную массу в себестоимости самолета или в зависимости от основных летно-технических характеристик.

а) Цена установленных двигателей на самолете

$$C_{\text{сд}} = C_{\text{дв}} \cdot m_{\text{дв}} \cdot n_{\text{зк}}^{\text{дв}} \text{ тыс. р.}, \quad (2.31)$$

где $C_{\text{дв}}$ - цена одного двигателя;

$m_{\text{дв}}$ - число (комплект) двигателей в силовой установке;

$n_{\text{зк}}^{\text{дв}}$ - расход комплектов двигателей за амортизационный срок службы планера,

$$n_{3k}^{AE} = \frac{t_a^{nn}}{t_a^{AE}} - 1 \quad (2.32)$$

Цена одного двигателя (C_{AE}) рассчитывается в зависимости от тяги (P_{max}), степени двухконтурности (m_{dk}) и программы серийного выпуска (N_{AE}):

$$C_{AE} = 537 \cdot P_{max}^{0,8} \cdot m_{dk}^{0,85} \cdot N_{AE}^{-0,28} \quad \text{тыс. р.}, \quad (2.33)$$

где $6 \text{ тс} < P_{max} < 25 \text{ тс}$;

$$0,5 < m_{dk} \leq 5;$$

$$N_{AE} = N_c \cdot m_{AE} (1 + n_{3k}^{AE}); \quad (2.34)$$

N_c - программа серийного выпуска самолетов;

б) Цена оборудования

$$C_{об} = (C_{пл} + C_{су}) \cdot \frac{K_{об}}{K_{пл} + K_{су}}, \quad (2.35)$$

где $C_{пл}, C_{су}$ - соответственно цена планера и силовой установки;
 $K_{пл}, K_{су}, K_{об}$ - удельное значение стоимости планера, силовой установки и оборудования в цене самолета (табл. 2.3).

Т а б л и ц а 2.3

	Класс магистральных самолетов			
	легкий	средний	тяжелый	сверхзвуковой
Планер	59	53	42	05
Силовая установка	15	25	38	17
Оборудование	26	22	20	18
Самолет в целом	100	100	100	100

В. Эксплуатация. Себестоимость одного летного часа СПС включает расходы на ГСМ, заработную плату летно-подъемного состава, техническое обслуживание, амортизацию и аэропортовые расходы.

Г. Расходы на ГСМ. Затраты на ГСМ, приходящиеся на один летный час СПС, рассчитываются из условий дозвукового и сверхзвукового крейсерского полета, а также расходуемого топлива на эволюционных участках (разгон, взлет, снижение и руление) по формуле

$$C_{ГСМ} = \frac{C_{ГСМ}^P}{t_p} \quad \text{р/ч}, \quad (2.36)$$

где $C_{ГСМ}^P$ - стоимость ГСМ, расходуемых за рейс, р.;
 t_p - продолжительность рейса, ч.
 Величина $C_{ГСМ}^P$ рассчитывается из уравнения

$$C_{ГСМ}^P = C_T \sum_{i=1}^n \xi_{Ti} \cdot P_i \cdot t_{pi} \quad \text{р.}, \quad (2.37)$$

где C_T - цена топлива, р/кг;
 ξ_{Ti} - удельный (на единицу тяги) часовой расход топлива одного двигателя на i -м участке полета, кг/(Н ч);
 P_i - располагаемая (фактическая) тяга установленных двигателей на i -м участке, Н;
 t_{pi} - продолжительность полета на i -м участке, ч.

На рис. 2.1 дана схема полета СПС, а в таблице 2.4 - примерное удельное значение расходуемого топлива на различных участках полета*.

Т а б л и ц а 2.4

Участок полета	Время, ч
Взлет и разгон до сверхзвуковой скорости	0,5
Крейсерский полет на сверхзвуковом режиме	2,14
Снижение и руление	0,3

2. Заработная плата летно-подъемного состава (ЛПС). Часовые расходы на заработную плату летно-подъемного состава рассчитываются в зависимости от взлетной массы (G_0) и коэффициента доплат (K_d) за сверхзвуковой режим полета:

$$C_{зп}^{ЛПС} = 3,62 G_0^{0,78} \cdot K_d^{0,25} \quad \text{р/ч}, \quad (2.38)$$

$K_d = 2,35$ при $1,1 \text{ М} \leq V_{кр} \leq 3 \text{ М}$;
 $K_d = 2,78$ при $3 \text{ М} < V_{кр} \leq 5 \text{ М}$.

3. Капитальный ремонт. Часовые амортизационные отчисления на капитальный ремонт рассчитываются по формуле

$$C_{кр} = C_{кр}^{nn} + C_{кр}^{AE} = \frac{23 \cdot 10^4 \cdot G_0^{0,6}}{t_{кр}^{nn}} + \frac{14,6 \cdot 10^4 \cdot P_{max}^{0,6} \cdot N_{AE}^{-0,13}}{t_{кр}^{nn}} \cdot m_{AE} \quad \text{р/ч}, \quad (2.39)$$

* Протяженность полета на крейсерском режиме равна 5000 км при $M = 2,05$

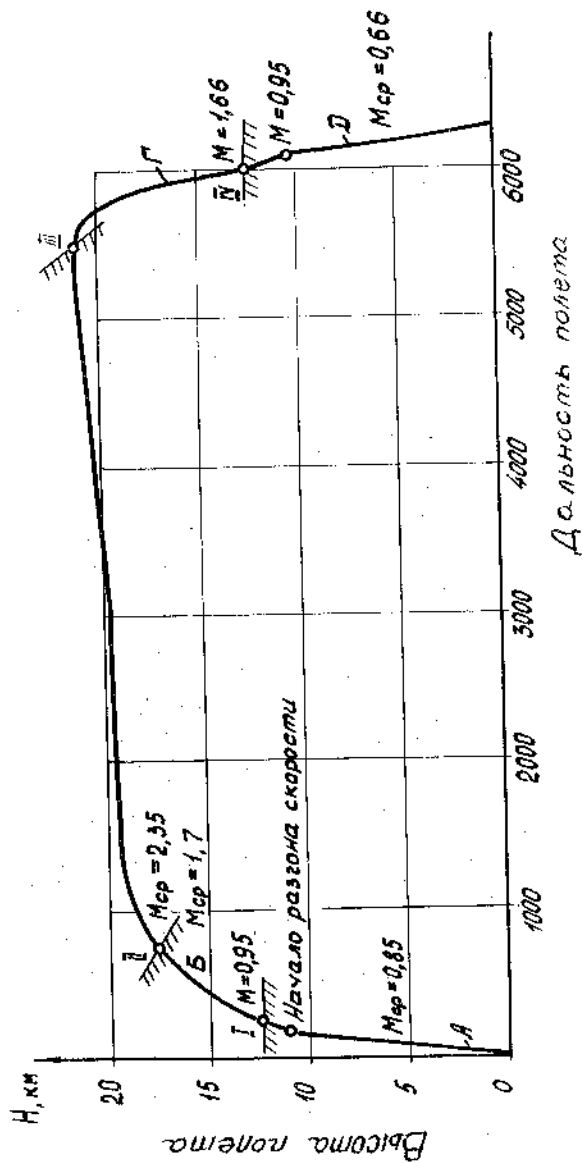


Рис. 2.1

где $C_{кр}^{пл}$ - стоимость капитального ремонта планера;
 $C_{кр}^{дв}$ - стоимость капитального ремонта двигателя;
 B_n - масса пустого снаряженного самолета, Т;
 P_{max} - тяга одного двигателя, Н;
 $N_{дв}$ - число отремонтированных двигателей, шт;
 $m_{дв}$ - комплект двигателей на самолете, шт;
 $t_{мр}^{пл}$, $t_{мр}^{дв}$ - соответственно межремонтный ресурс планера и двигателя, ч.

4. Техническое обслуживание. Часовые затраты на техническое обслуживание самолета, включающие затраты на техническое обслуживание планера ($C_{тв}^{пл}$) и установленных двигателей ($C_{тв}^{дв}$), могут быть рассчитаны по формуле

$$C_{тв} = C_{тв}^{пл} + C_{тв}^{дв} = 137 B_p^{0,45} t_{мр}^{пл-0,15} + 0,206 P^{0,35} t_{мр}^{дв-0,2} m_{дв} p / ч, \quad (2.40)$$

где B_p - взлетная масса самолета, т;
 P - тяга одного двигателя, Н;
 $t_{мр}^{пл}$ - межремонтный ресурс планера, ч.;
 $t_{мр}^{дв}$ - межремонтный ресурс двигателя, ч.;
 $m_{дв}$ - число установленных двигателей.

5. Затраты на реновацию (C_p), прочие прямые эксплуатационные расходы ($C_{пр}$), а также косвенные (аэропортовые) затраты ($C_{ав}^{нк}$) рассчитываются по соответствующим формулам (2.13, 2.17 и 2.47) настоящего методического пособия.

Таким образом, себестоимость одного летного часа самолета может быть определена как сумма

$$C_{лч} = C_{гсм} + C_{зп}^{нпс} + C_{тв} + C_p + C_{кр} + C_{пр} + C_{лч}^{нк} \quad (2.41)$$

Пример расчета

Исходные данные:

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1. Взлетная масса самолета | $B_0 = 176,4$ т |
| 2. Масса пустого самолета | $B_{пуст} = 78$ т |
| 3. Масса коммерческой нагрузки | $B_{кн} = 12$ т |
| 4. Масса конструкции самолета | $B_{кон} = 57$ т |
| 5. Масса оборудования самолета (без двигателя) | $B_{об} = 17$ т |
| 6. Крейсерская скорость в числах М | $V_{кр} = 2,05$ М |
| 7. Дальность беспосадочного полета | $L_{бп} = 6000$ км |
| 8. Суммарная тяга двигателей | $P_{\Sigma} = 172 \times 4$ Н |

9. Число опытных экземпляров	$n_{оп} = 5$ шт
10. Годовой объем транспортной работы	$Q_{\Sigma} = 2796$ млн ткм
11. Число двигателей (комплект) силовой установки	$m_{дв} = 4$ шт
12. Степень двухконтурности	$m_{дк} = 1$
13. Амортизационный срок службы планера	$t_{а}^{пл} = 30000$ ч
14. Межремонтный срок службы планера	$t_{пр}^{пл} = 6000$ ч
15. Амортизационный срок службы двигателя	$t_{а}^{дв} = 15000$ ч
16. Межремонтный срок службы двигателя	$t_{пр}^{дв} = 5000$ ч
17. Длительность этапа проектирования	$T_{пр} = 5$ лет
18. Длительность цикла испытаний (летных, наземных)	$T_{исп} = 5$ лет
19. Объем летных испытаний	$T_{лч}^{исп} = 1000$ ч
20. Годовой налет часов	$T_{лч}^{\Sigma} = 2000$ ч

РАСЧЕТ

А. Суммарные затраты на разработку СПС. I. Затраты на проектирование и изготовление макетов рассчитываются по формуле (2.20)

$$C_{проект} = 1,15 \cdot 5 \cdot (12 \cdot 6000)^{0,32} \cdot 2,05^{0,8} = 366 \text{ млн. р.}$$

2. Затраты на изготовление опытных образцов рассчитываются по формуле (2.21)

$$C_{оп} = 0,65 \cdot 78^{0,6} \cdot 68,8^{0,53} \cdot 5^{-0,28} = 53,2 \text{ млн. р.}$$

3. Затраты на проведение наземных и летных испытаний рассчитываются по формуле (2.22)

$$C_{исп} = 6,4 \cdot 5 + 0,13 \cdot 1000 + 0,45 \left[57^{1,5} + \left(\frac{176,4}{68,8} \right)^{0,75} + \left(\frac{17}{57} \right)^{0,4} \right] = 354 \text{ млн. р.}$$

4. Суммарные затраты на разработку рассчитываются по формуле (2.23)

$$C_{разр} = 366 + 53,2 \cdot 5 + 354 = 986 \text{ млн. р.}$$

Б. Серийное производство. I. Себестоимость серийного производства планера:

а) стоимость материалов рассчитывается по формуле (2.27)

$$C_{мат} = 3500 \text{ тыс. р.}$$

б) заработная плата рассчитывается по формулам 2.28, 2.29:

$$C_{зн}^1 = 7,5 \cdot 78^{0,6} \cdot 50^{-0,32} = 29,3 \text{ р/кг};$$

$$C_{зн}^2 = 29,3 \cdot 78000 = 2.285 \cdot 400 \text{ р} = 2285,4 \text{ тыс. р.};$$

в) накладные расходы (300% от $C_{зн}$)

$$2285,4 \cdot 3 = 6856,2 \text{ тыс. р.}$$

Себестоимость планера в серийном производстве

$$C_{пл}^{ср} = 3500 + 2285,4 + 6856,2 = 12645 \text{ тыс. р.}$$

2. Входящие покупные готовые изделия:

а) стоимость двигателей рассчитывается по формулам 2.31-2.33.

$$n_{зк}^{дв} = \frac{30000}{15000} - 1 = 1;$$

$$N_{дв} = N_c \cdot m_{дв} \cdot (1 + n_{зк}^{дв}) = 50 \cdot 4 \cdot (1 + 1) = 400 \text{ шт.};$$

$$C_{дв} = 537 \cdot 17,2^{0,8} \cdot 1^{0,85} \cdot 400^{-0,28} = 976,8 \text{ тыс. р.};$$

$$C_{сч} = 976,8 \cdot 4 \cdot 1 = 3907,2 \text{ тыс. р.};$$

б) цена оборудования рассчитывается по формуле (2.35)

$$C_{об} = (12465 + 3907,2) \cdot \frac{18}{65 + 17} = 3633,4 \text{ тыс. р.}$$

Таким образом, цена самолета в серийном производстве, согласно формуле 2.24, будет

$$C_{пл} = (12465 + 3907,02 + 3633,4)(1 + 0,09) = 20332 \text{ тыс. р.}$$

В. Эксплуатация. I. Расходы на ГСМ определяются исходя из формул (2.36, 2.37):

$$C_{гсм}^p = 45 \sum 1,2 \cdot 4,5 \cdot 4 \cdot 0,5 + 1,1 \cdot 6,2 \cdot 4 \cdot 2,14 + 0,85 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 0,3 = 3278,7 \text{ р.};$$

$$t_p = 0,5 + 2,14 + 0,3 = 2,94 \text{ ч.};$$

$$C_{гсм} = \frac{3278,7}{2,94} = 1115 \text{ р/ч.}$$

2. Заработная плата ЛИС рассчитывается по формуле (2.38)

$$C_{зн} = 3,62 \cdot 176^{0,78} \cdot 2,38^{0,85} = 422,1 \text{ р/ч.}$$

3. Амортизация:

а) реновационные отчисления рассчитываются по формуле (2.13)

$$C_p = \left(\frac{12465000 + 3633400}{30000} + \frac{3907200}{15000} \right) (1 + 0,09) = 868,8 \text{ р/ч}$$

б) часовые амортизационные отчисления на капитальный ремонт определяются по формуле (2.39)

$$C_{кр} = \frac{23 \cdot 10^4 \cdot 78^{0,6}}{6000} + \frac{14,6 \cdot 10^4 \cdot 17,2^{0,6} \cdot 400^{-0,13}}{5000} \cdot 4 = 820 \text{ р/ч}$$

4. Часовые затраты на техническое обслуживание рассчитываются по формуле (2.40)

$$C_{то} = 137,5 \cdot 176^{0,45} \cdot 6000^{-0,45} + 206 \cdot 17,2^{0,35} \cdot 5000^{-0,2} = 473,5 \text{ р/ч}$$

5. Прочие прямые эксплуатационные расходы рассчитываются по формуле (2.17)

$$C_{пр} = 0,07(1115 + 422,1 + 868,8 + 820 + 473,5) = 259 \text{ р/ч}$$

Таким образом, прямые эксплуатационные расходы, приходящиеся на один летный час, составят:

$$C_{лч}^{пр} = 1115 + 422,1 + 868,8 + 820 + 473,5 + 259 = 3958,3 \text{ р/ч}$$

2. Косвенные (аэропортовые) эксплуатационные расходы определяются согласно уравнению (2.47) и методике, изложенной в пп.2.2 §2 раздела II:

а) затраты при эксплуатации аэродромных покрытий определяются по формуле (2.48)

$$C_2^{аэр} = 5,72 \cdot 10^{-8} \left(\frac{79,2}{4} \right)^{0,74} \cdot 3100^{2,78} + 7,28 \left(\frac{79,2}{4} \right)^{0,64} \cdot 160^{0,72} = 3603,8 \frac{\text{тыс.р.}}{2};$$

$$\beta_0 = \frac{176 \cdot 0,9}{2} = 79,2;$$

б) текущие затраты службы управления воздушным движением, службы авиатопливообеспечения, затраты авиационно-технической базы определяются по формуле (2.49)

$$C_2^{УВД, ГСМ, АТБ} = 31,44 \cdot 160^{0,6} (5,58 \cdot 160^{0,06} + 1,35 + 160^{0,33}) = 9416,6 \frac{\text{тыс.р.}}{2};$$

в) текущие затраты комплекса перевозок определяются по формуле (2.50)

$$C_2^{пер} = 48,27 + 0,84 \cdot 1750 + 3,17 \cdot 200^{1,12} = 1896 \frac{\text{тыс.р.}}{2}$$

Таким образом, текущие затраты наземного комплекса, отнесенные на один летный час определяются по формуле (2.47)

$$C_{лч}^{кэр} = \frac{12}{200000 \cdot 2,94} (3603800 + 9416600 + 1896000) = 298 \text{ р/ч}$$

В целом себестоимость одного летного часа самолета, как это следует из уравнения (1.4), составит:

$$C_{лч}^{ла} = 3958,3 + 298 = 4256,3 \text{ р/ч}$$

Для определения величины стоимости одного летного часа самолета ($C_{лч}^{ла}$) необходимо кроме $C_{лч}^{ла}$ знать величину капитальных вложений в ЛА ($K_{лч}^{ла}$) и в наземный комплекс ($K_{лч}^{нк}$).

Капитальные вложения в ЛА, приходящиеся на один летный час согласно уравнению (1.6) составят

$$K_{лч}^{ла} = \frac{20332000 + \frac{986000000}{50}}{2000} = 20026 \text{ р/ч}$$

Для расчета величины капитальных вложений в наземный комплекс, приходящийся на один летный час самолета ($K_{лч}^{нк}$) необходимо, как это видно из формулы 1.7, определить стоимость подсистем наземного комплекса (аэропорта):

а) стоимость аэродромного покрытия определяется по формуле (2.44)

$$C_{аэр} = 31,44 \cdot 10^{-8} \left(\frac{79,2}{4} \right)^{0,74} \cdot 3100^{2,78} + 40,3 \left(\frac{79,2}{4} \right)^{0,64} \cdot 160^{0,72} = 25270 \text{ тыс.р.};$$

б) стоимость средств радионавигации, посадки, управления воздушным движением, а также средств авиатопливообеспечения и сооружений технического обслуживания определяется по формуле (2.45)

$$C_{УВД, ГСМ, АТБ} = 172,9 \cdot 160^{0,6} (5,58 \cdot 160^{0,06} + 1,35 + 160^{0,33}) = 51770 \text{ тыс.р.};$$

в) стоимость сооружений комплекса перевозок определяется по формуле (2.46)

$$C_{пер} = 265,46 + 4,6 \cdot 1750 + 17,42 \cdot 200^{1,12} = 14894 \text{ тыс.р.}$$

Таким образом, стоимость аэропорта составит:

$$C_{\text{лч}}^{\text{нк}} = 25270 + 51770 + 14894 = 91934 \text{ тыс. р.}$$

Капиталовложения в наземный комплекс, приходящиеся на один летный час, определяются по формуле (I.7)

$$K_{\text{лч}}^{\text{нк}} = \frac{91934 \cdot 12}{200 \cdot 2,94} = 1876 \text{ р./ч.}$$

Подставив полученные значения $C_{\text{лч}}^{\text{лр}}$, $C_{\text{лч}}^{\text{кэр}}$, $K_{\text{лч}}^{\text{ла}}$ и $K_{\text{лч}}^{\text{нк}}$ в формулу (I.3), получим значение стоимости одного летного часа ЛА:

$$\tilde{C}_{\text{лч}}^{\text{ла}} = 4256,3 + 0,15(20026 + 1876) = 7541 \text{ р./ч.}$$

Согласно уравнению (I.1), стоимость выполнения транспортной операции (работы) за год одним ЛА составит

$$\tilde{C}_2^{\text{ла}} = 7541 \cdot 2000 = 15,1 \text{ млн. р.}$$

Стоимость выполнения транспортной работы за год всем парком самолетов (формула I.2)

$$\tilde{C}_2 = 15,1 \cdot 50 = 755 \text{ млн. р.}$$

Оценка экономической эффективности проектируемого летательного аппарата производится в сравнении с самолетом-аналогом.

РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА НАЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС (АЭРОПОРТ)

Исходные данные:

1. Взлетная масса самолета G_b
(рассчитывается студентом)
2. Число главных опор самолета n_m
(определяется студентом)
3. Число колес на главной опоре самолета N_k
(определяется студентом)
4. Длина взлетно-посадочной полосы (ВПП) для данного типа самолета (определяется студентом) $L_{\text{впп}}$
5. Годовое число приведенных самолето-вылетов аэропорта данного класса (табл. 2.5) $N_{\text{пр}}^{\text{с-в}}$
6. Годовой объем пассажирских перевозок аэропорта данного класса (табл. 2.5) $Q_{\text{пасс}}^{\text{аэр}}$
7. Годовой объем грузовых перевозок аэропорта данного класса (табл. 2.5) $Q_{\text{гр}}^{\text{аэр}}$

Затраты в наземный комплекс (аэропорт) учитываются в себестоимости одного летного часа самолета по статье "косвенные (аэропортовые) эксплуатационные расходы", а в стоимости одного летного часа - через себестоимость и величину капитальных вложений (см. формулы I.3, I.5).

Современный наземный комплекс - сложная система инженерных сооружений, обеспечивающая взлет и посадку самолетов, регулирование их полетов в районе аэродрома, техническое обслуживание на земле, обслуживание пассажиров, прием и отправку грузов и почты и другие операции, связанные с обеспечением воздушно-транспортной работы.

В соответствии с существующей в МГА классификацией, все аэропорты подразделяются на пять основных классов (табл. 2.5).

Т а б л и ц а 2.5

Показатели работы	Класс союзных аэропортов и аэродромов				
	I-A	II-B	III-B	IV-Г	V-Д
Общий максимальный тоннаж отправок в год тыс. т.	200	100	50	15	2,5
в т.ч. отправки пассажиров, тыс. чел. в год*	1750	850	400	125	25
Максимальное число приведенных самолето-вылетов (относительно ИЛ-14) тыс. в год	160,0	100,0	60,0	20,0	6,0
Тип принимаемых самолетов	ТУ-144 ТУ-114 ИЛ-62 ИЛ-62М ИЛ-86 ИЛ-76 и т.п.	ТУ-104 ТУ-154 ТУ-154М ТУ-134 ТУ-124 ИЛ-18 АН-12 ЯК-42 и т.п.	АН-24 ЯК-40 ИЛ-14 и т.п.	Л-41 АН-2	

* Масса одного пассажира условно принята 0,1 т

СТОИМОСТЬ (ЦЕНА) НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА

Стоимость наземного комплекса укрупненно можно представить в виде суммы стоимостей входящих в него подсистем, основные из которых:

- аэродром;
- служба управления воздушным движением;
- служба авиатопливообеспечения;
- авиационно-техническая база;
- комплекс перевозок.

СТОИМОСТЬ АЭРОДРОМНОГО ПОКРЫТИЯ

Аэродром представляет собой главный элемент наземного комплекса, непосредственно предназначенный для обеспечения взлета, посадки и оборудованный для руления, размещения и обслуживания самолетов.

Конструкции аэродромных покрытий достаточно сложны, многообразны и зависят от категории нормативной нагрузки (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Категория нормативной нагрузки	Величина нормативной нагрузки на условную опору	Давление в пневматиках	Тип опоры
I	70	10	Четырехколесная
II	55	10	
III	40	10	
IV	30	10	Одноколесная
V	8	6	
VI	5	4	

Примечание

$$\rho_0 = \frac{G_0 \cdot y}{n_{гр}}, \quad (2.42)$$

где G_0 - взлетная масса самолета;

y - коэффициент распределения взлетной массы самолета между главными опорами самолета ($y = 0,87 \div 0,95$);

$n_{гр}$ - число главных опор самолета.

Затраты на строительство аэродромных покрытий укрупненно можно представить в виде

$$C_{аэдр} = C_{впл} + C_{пок}, \quad (2.43)$$

где $C_{впл}$ - затраты, связанные со строительством покрытий взлетно-посадочной полосы (ВП) и рулевых дорожек (РД);

$C_{пок}$ - затраты, связанные со строительством покрытий, мест стоянок (МС), перрона и площадок вспомогательного назначения.

Стоимость аэродромных покрытий

$$C_{аэдр} = 31,46 \cdot 10^{-8} \left(\frac{D_0}{N_k} \right)^{0,74} L_{впл}^{2,78} + 40,3 \left(\frac{D_0}{N_k} \right)^{0,64} N_{пр}^{с.в. 0,72} \text{ тыс. р.} \quad (2.44)$$

где N_k - число колес на главной опоре самолета;

$L_{впл}$ - длина ВП, м;

$N_{пр}^{с.в.}$ - годовое число приведенных самолето-вылетов данного наземного комплекса, тыс. с.в./год.

Стоимость средств радионавигации, посадки, управления воздушным движением, а также средств авиатопливообеспечения и сооружений технического обслуживания самолетов в наибольшей степени зависят от числа самолето-вылетов, это связано с основной функцией этих подсистем - обеспечение своевременного самолето-вылета.

Стоимость указанных подсистем наземного комплекса

$$C_{убв, гсм, атб} = 172,9 N_{пр}^{с.в. 0,6} (5,58 N_{пр}^{с.в. 0,06} + 1,35 + N_{пр}^{с.в. 0,33}) \text{ тыс. р.} \quad (2.45)$$

где $N_{пр}^{с.в.}$ - число приведенных самолето-вылетов, тыс. с.в.

Стоимость сооружений комплекса перевозок. К комплексу перевозок относятся здания и сооружения, предназначенные для непосредственного обслуживания пассажиров и грузов. В соответствии с этим, при определении стоимости комплекса перевозок целесообразно пользоваться следующей формулой:

$$C_{пер} = 265,46 + 4,6 Q_{пасс}^{аэдр} + 17,42 Q_{гр}^{аэдр 1,12} \text{ тыс. р.} \quad (2.46)$$

где $Q_{пасс}^{аэдр}$, $Q_{гр}^{аэдр}$ - годовой объем пассажирских и грузовых перевозок, тыс. чел. и тыс. т, соответственно.

Текущие затраты наземного комплекса, отнесенные на один летный час летательного аппарата, составляют косвенные эксплуатационные расходы и рассчитываются по формуле

$$C_{лч}^{кзр} = \frac{B_{кн}}{Q_{аэдр} \cdot t_n} (C_2^{аэдр} + C_2^{убв, гсм, атб} + C_2^{пер}) \text{ р.}, \quad (2.47)$$

где G_{KH} - масса коммерческой нагрузки летательного аппарата;
 $Q_{д.зр}$ - максимальный тоннаж отправок аэропорта, т;
 $Q_2^{УВА, ГСМ, АТБ}$ - годовые текущие расходы в службу УВД, ГСМ и АТБ, р/г;
 $C_2^{пер}$ - годовые текущие расходы в службу перевозок, р/г;
 $C_2^{аэр}$ - годовые текущие расходы на аэродром, р/г;
 t_A - продолжительность рейса, ч.

Текущие затраты при эксплуатации аэродромных покрытий

$$C_2^{аэр} = 5,72 \cdot 10^{-8} \left(\frac{P_0}{N_k}\right)^{0,74} L_{вип}^{2,78} + 7,28 \left(\frac{P_0}{N_k}\right)^{0,64} N_{пр}^{с-в, 0,78} \text{ тыс. р/г} \quad (2.48)$$

где P_0 - в тс, $L_{вип}$ - в м, $N_{пр}^{с-в}$ - в тыс. приведенных самолето-вылетов,

Текущие затраты служб управления воздушным движением, авиатопливообеспечением, авиационно-технической базой

$$C_2^{УВА, ГСМ, АТБ} = 31,44 N_{пр}^{с-в, 0,6} (5,58 N_{пр}^{с-в, 0,06} + 1,35 + N_{пр}^{с-в, 0,33}) \text{ тыс. р/г} \quad (2.49)$$

где $N_{пр}^{с-в}$ - в тыс. приведенных самолето-вылетов.

Текущие затраты комплекса перевозок.

$$C_2^{пер} = 118,27 + 0,84 Q_{пасс}^{аэр} + 3,17 Q_{зр}^{аэр, 1,12} \text{ тыс. р/г} \quad (2.50)$$

где $Q_{пасс}^{аэр}$ - в тыс. ч, $Q_{зр}^{аэр}$ - в тыс. т.

III. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

I. ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Организационная часть заключается в разработке одной из организационно управленческих задач, варианты которых приведены в табл. 3.1.

Т а б л и ц а 3.1

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧ

Тема	№	Содержание задачи	Литература
I	2	3	4
Организация и управление процессами НИОКР	1	Построить модели системы	[3] [7]
	2	Построить сетевую модель разработки	[4] [7]

I	2	3	4
	3	Дать сравнительный анализ организации, управления и эффективности разработок в условиях НИО и РО	
Организация и управление процессами НИОКР в условиях САПР	4	Построить модели системы	[3] [7]
	5	Дать сравнительный анализ организации, управления и эффективности разработок в условиях САПР и традиционных	[10]
Построение КСУКР	6	Построить модели КСУКР	[3] [7]
	7	Разработать систему оценки качества разработок	[1] [3] [10]
	8	Разработать систему оценки качества труда разработчиков	[1] [10]
	9	Дать анализ видов контроля технической документации	[1] [9] [10]
Организация принятия проектных решений	10	Построить блок-схему принятия проектного решения	[2] [5] [6] [8]
	11	Построить сетевую модель принятия проектного решения	[4]
	12	Разработать систему информационного обеспечения работ	[3] [4]
НОТ	13	Построить модели НОТ	[3] [4] [7]
	14	Разработать систему оценки уровня НОТ и дать оценку существующего уровня	[7] [10]

Примечание: НИОКР - научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки

НИО - научно-производственное объединение

РО - разрабатывающая организация

НИИ - научно-исследовательский институт

КБ - конструкторские бюро

САПР - система автоматизированного проектирования

КСУКР - комплексная система управления качеством разработок

НОТ - научная организация труда

При выборе варианта задачи учитываются:

1. Основная тема дипломного проекта и его специальности, с которыми организационная задача должна быть тесно увязана.

2. Характер информации организационного плана, собранной студентом во время преддипломной практики.

В своей работе студент должен использовать:

Литературные источники (список их прилагается). Нормативные документы (стандарты и др.). Материал преддипломной практики.

Кроме указанных в табл. 3.1, возможны и другие варианты организационных задач, согласованные с консультантом. Консультант имеет право также расширить или сузить круг разрабатываемых вопросов, в зависимости от объема экономической части и других факторов.

Результаты работы студент оформляет в виде пояснительной записки, схем, таблиц, формул и алгоритмов. Записка должна содержать изложение теоретических вопросов, анализ практики и предложения авторов.

2. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ

Данная задача состоит в построении структурной, информационной, функциональной и организационной моделей некоторой системы. Приводимые ниже примеры моделей носят укрупненный и приближенный характер. Студент должен разработать подробные и конкретные модели применительно к тем задачам, которые он решает в основной части проекта. Они должны быть дополнены необходимыми пояснениями.

а) Структурная модель системы (СМ) представляет собой схему, в которой система делится на подсистемы в соответствии с задачами, которые стоят перед системой. Структурная модель может быть построена для отдела (бригады), а также для этапа или всего процесса в целом.

На рис. 3.1 в качестве примера приведена структурная модель разработки эскизного проекта самолета.

б) Информационная модель - системы (ИМ) показывает состав, взаимосвязь и движение информации, используемой и создаваемой в процессе функционирования системы.

В ИМ нужно отразить исходную и выходящую информацию, а также их разновидности: нормативную, справочную, постоянную и переменную, текущую и т.д.

ИМ может быть построена в разных формах (сетевая, матричная и др.). В табл. 3.2 приведен пример укрупненной ИМ в табличной форме.

в) Функциональная модель (ФМ) показывает схему функционирования системы, т.е. связи между ее подсистемами и является как бы укрупненным алгоритмом решения задачи данной системы.

Построение функциональной модели наиболее сложно и основывается на структурной и информационной моделях.

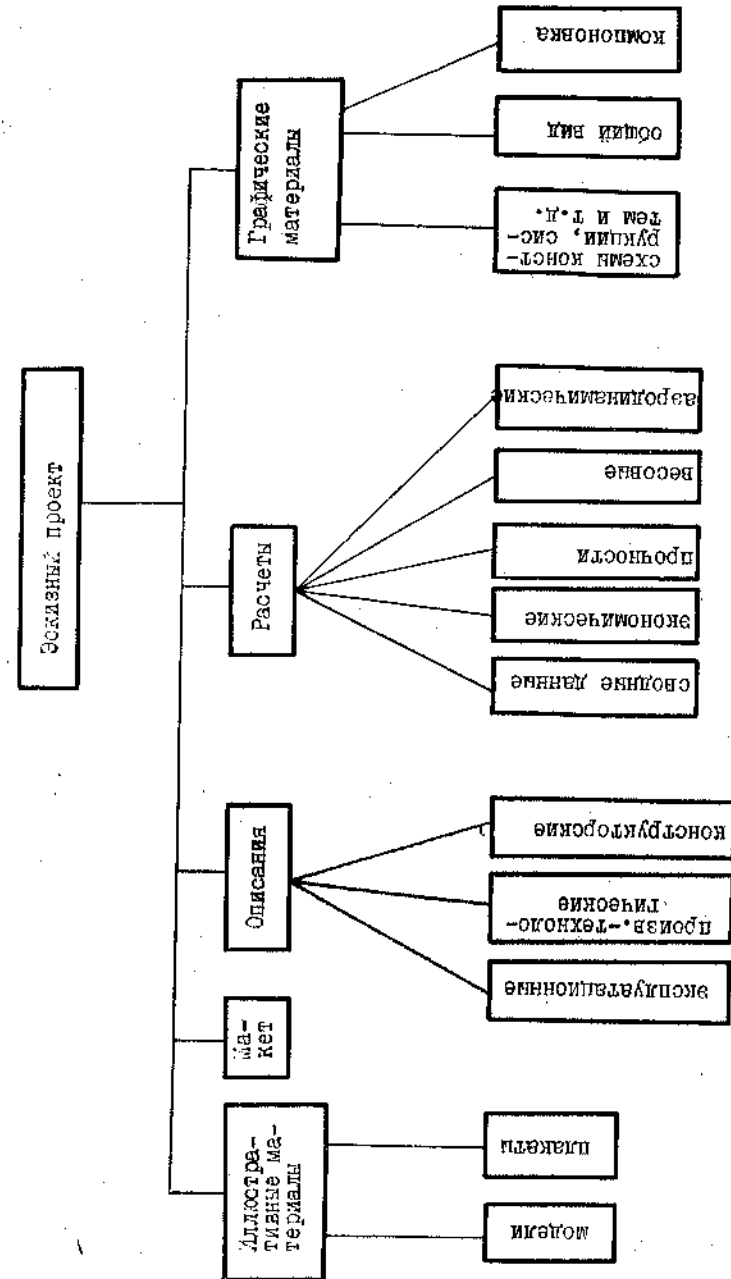


Рис. 3.1

3. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САПР

Основные отличия организации работ в условиях САПР от традиционной организации проектирования состоят в следующем:

- изменяются формы информации. Конструкторская документация приобретает формализованный закодированный вид, появляются машинные носители информации, алгоритмы и машинные программы для решения проектных задач и т.д.;
- соответственно изменяются методы решения проектных задач, т.е. используются формализованные алгоритмы, ЭВМ и т.д.;
- сокращается нетворческая часть живого труда и увеличивается творческая;
- частично или полностью сливаются этапы проектирования;
- резко возрастает удельное значение затрат на разработку алгоритмов и программ;
- резко сокращаются сроки работ, их стоимость;
- требуются специальные кадры разработчиков и т.д.

Модели работ в условиях САПР те же, что и в традиционных условиях, но в них нужно отразить все особенности САПР.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ КСУКР

КСУКР включает в себя большое количество подсистем и может быть описана с помощью ряда уже рассмотренных моделей. Среди подсистем можно назвать техническую, информационную, программное обеспечение, систему стандартов предприятия (СПТ), систему оценки качества труда и разработок, систему стимулирования и т.д.

Качество разработок может оцениваться, например, по формуле

$$K_p = \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{B}, \quad (3.1)$$

где K_p - коэффициент оценки разработки;
 b_i - балльная оценка - характеристики разработки;
 n - число учитываемых характеристик;
 B - максимальная оценка подобной разработки по всем характеристикам (постоянная величина). Например если $n = 5$ и применяется пятибалльная система, то $B = 5 \times 5 = 25$.

Характеристиками разработки могут быть общий технический уровень (значение основных функциональных параметров) надежность, технологичность, стоимость и т.д.

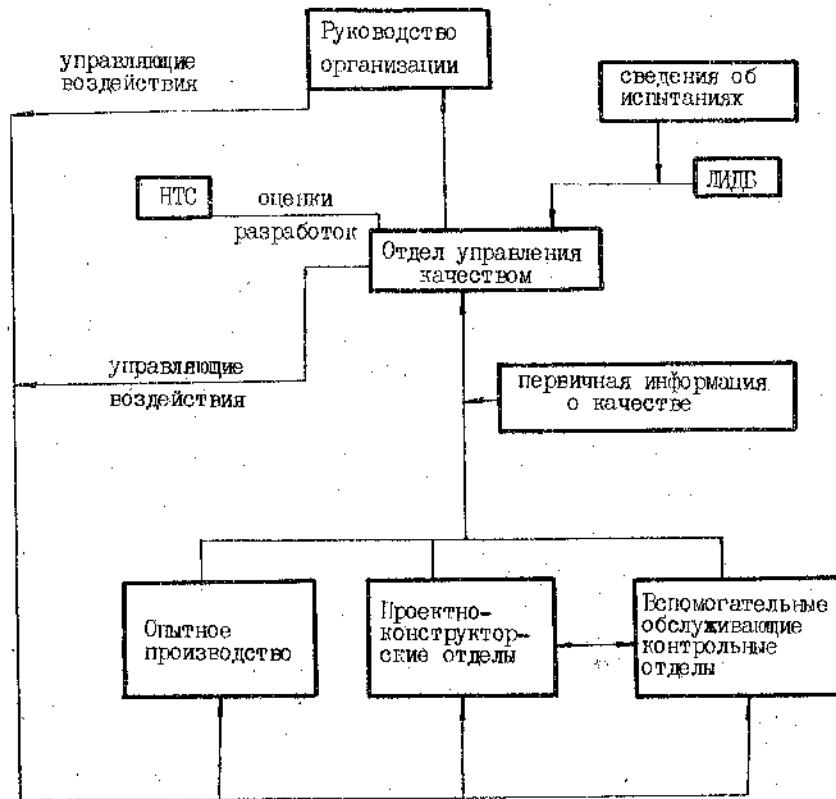


Рис. 3.2

На рис. 3.2 в качестве примера показана укрупненная функциональная модель КСУКР (в модели ради упрощения не показаны операции обработки, которым должна подвергаться информация).

г) Организационная модель показывает производственную структуру НИИ и КБ, т.е. отделы, бригады, группы, участвующие в решении задач, их связи и подчинение. Такие модели подробно освещены в [7].

Качество труда обычно оценивается с помощью формулы

$$K_n = 1 - \sum_1^n \alpha_i, \quad (3.2)$$

где K_n — коэффициент качества труда;

α_i — "штраф" за нарушение оптимальных условий труда i -го вида ($\alpha = 0,01 + 0,10$);

n — число учитываемых видов нарушений.

Видами нарушений могут быть: наличие ошибок в документации, нарушение принципов технологичности, унификации, несоблюдение массовых лимитов и т.д.

Техническая документация НИОКР подвергается многочисленным видам контроля, среди которых можно назвать: массовой, надежности, патентный, стандартизационный, технологический, увязочный (согласование частей разработки), прочностной, аэродинамический, оформления документации, технико-экономического уровня разработки и др.

Студент рассматривает один из видов контроля. При этом он должен осветить следующие вопросы:

1. Контролируемые параметры.
2. Система планирования данных параметров (массовые лимиты, требования и условия к проекту и т.д.).
3. Система оценки качества по данным параметрам.
4. Метод и технология контроля.
5. Организация контрольного аппарата.
6. Система материального стимулирования.

5. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИНЯТИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Эта задача состоит в разработке блок-схемы или сетевой модели принятия решения.

Такую схему (модель) следует построить применительно к конкретной разработке дипломника, например, для спецчасти. Ее построение должно предшествовать самой разработке, так как она должна помочь ее организовать.

Блок-схема показывает этапы разработки и их последовательность. Типовая укрупненная блок-схема принятия конструкторского решения показана на рис. 3.3.

Процедура оценки вариантов, например, может быть осуществлена с помощью балльных оценок, сведенных в матрицу (см, табл. 3.3).

В отличие от блок-схемы сетевая модель разработки показывает не только ее этапы, но также их логическую взаимосвязь. Техника

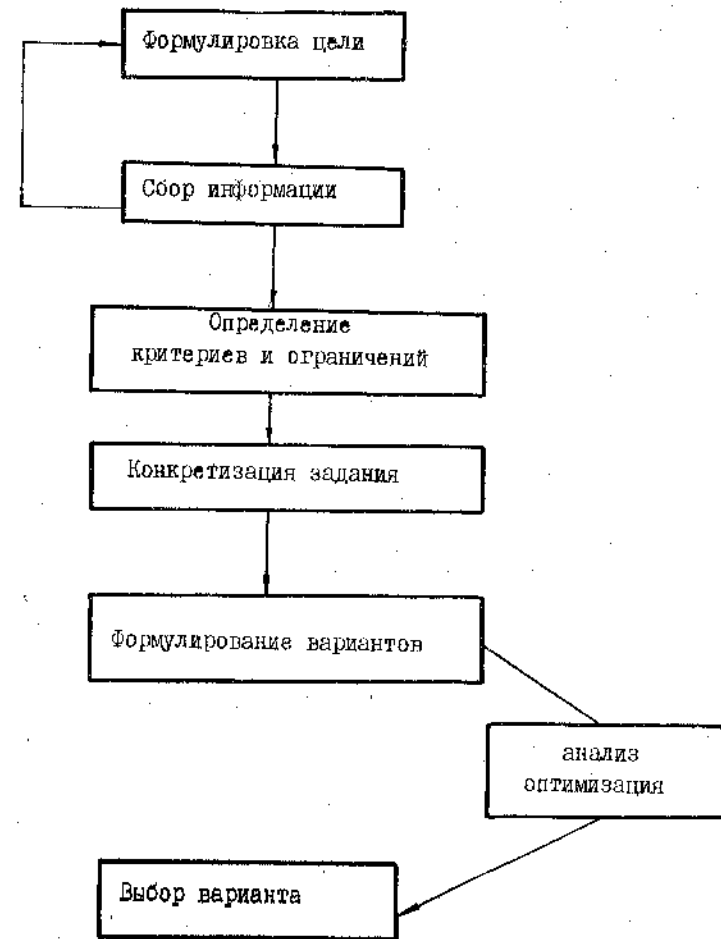


Рис. 3.3

построения сетевых моделей достаточно освещена в литературе.

6. ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ НОТ

Для системы НОТ можно построить те же модели, что и для других систем.

Оценка уровня НОТ обычно выполняется с помощью формул

$$K_{\text{нот}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n} \quad (3.3)$$

или

$$K_{\text{нот}} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n (K_i)} \quad (3.4)$$

где $K_{\text{нот}}$ - коэффициент уровня НОТ;

K_i - частные коэффициенты для оценки отдельных показателей НОТ (состояние нормировки, организация рабочих мест, гигиенические условия и т.д.);

n - число учитываемых показателей.

В своей разработке студент должен проанализировать действующие системы оценки уровня НОТ и дать свои предложения.

Студент должен также дать оценку значения и уровня НОТ в организации, где он проходил практику и дать рекомендации по повышению этого уровня.

Т а б л и ц а 3.2

Исходная информация			Выходная информация	
Содержание	Источники		Содержание	Потребитель
ГОСТы на оформление документов	Бригада стандартов	разработка	1. Комплект чертежей	Архив и т.д.
Допуски на заготовки	технологическая бригада и т.д.		2. Комплект спецификаций	
Нормативно-технологические документы			3. Описание конструкции	
Нагрузки			4. Проверочные детальные расчеты на прочность	
Массовый лимит и т.д.			5. Инструкции и другие документы	

Т а б л и ц а 3.3

Критерии

Варианты	Технологичность	Экспл. технологичность	Надежность	Стоимость	Технич. уровень
1	2	3	5	3	5 18
2					
3					

ЛИТЕРАТУРА

1. А ко п о в П.Л., Д и д е н к о С.И. Типовая методика технико-экономического обоснования дипломных проектов факультетов. - М.: МАИ, 1975 (Д/5/29, А/49 (075) Т-433).

2. Нормы технологического проектирования аэропортов. - М.: МАИ, 1975.

3. Н и я в с к и й С.А., Б р у с о в В.С. Оптимизация параметров многоцелевых летательных аппаратов. - М.: Машиностроение, 1974.

4. С а р к и с я н С.А., М и н а е в Э.С. Экономическая оценка летательных аппаратов. - М.: Машиностроение, 1972.

5. С т а р и к Д.Э., Н е ч а е в П.А. Методика технико-экономического обоснования дипломного проекта летательного аппарата народнохозяйственного назначения. - М.: МАИ, 1975 (Д/5/32).

6. Т о р е х о в Л.Я. Экономико-математические методы. - М.: Статистика, 1972.

7. Техническая информация ЦАГИ, 1976, № 19.

8. Техническая информация ЦАГИ, 1976, № 23-24.

9. Техническая информация ЦАГИ, 1977, № 9.

10. Техническая информация ЦАГИ, 1978, № 3.

11. Указания по проектированию аэродромных покрытий (СН 120-70) - М.: Стройиздат, 1970.

12. Б о б р и ш е в Д.Н., Р у с о в и н о в Ф.М. Управление научно-техническими разработками в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1976.

13. Д и к с о н Дж. Проектирование, изобретательство, анализ и принятие решений, - М.: Мир, 1969.