

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

В.В. АНДРИАНОВ

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

ПОСОБИЕ

по выполнению курсовой работы

для студентов IV-курса
специальности 061100
дневного обучения

МОСКВА - 2005

БК 33.05

А65

Рецензент к.э.н. Степанова Н.И.

Андрианов В.В.

Управленческие решения: Пособие по выполнению курсовой работы. -М.: МГТУ ГА, 2005.-24 с.

Пособие издается в соответствии с учебным планом для студентов IV-го курса специальности 061100 дневного обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 3.03.05 г. и методического совета 28.03.05 г.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Цели и содержание курсовой работы

В процессе изучения дисциплины "Управленческие решения" (УР) в соответствии с учебным планом подготовки по специальности 061100 студентам заочного обучения предлагается выполнить курсовую работу (КР), основными целями которой являются:

1) закрепление теоретических знаний по базовым разделам дисциплины;

2) выработка навыков практической реализации ключевых этапов процесса разработки, оценки и принятия УР с использованием принципов системного подхода, а также современных экономико-математических методов моделирования, поиска оптимальных вариантов и оценки последствий реализации УР;

3) разработка УР, способных прояснить и улучшить управленческую ситуацию (УС), характеризуемую совокупностью параметров объекта управления (ОУ), процесса его функционирования (ПФ) (выполнения целевого назначения ОУ), а также факторов внешней среды (ВНС).

В КР студентам предлагается по индивидуальному варианту задания, используя теоретические знания и умение реализовывать алгоритмы экономико-математических методов разработки УР [1], решить комплекс взаимосвязанных задач и разработать совокупность УР, необходимых для прояснения и улучшения УС.

В пособии сформулированы словесные постановки задач, даны условные обозначения, указаны исходные данные и искомые величины. Основная часть задач КР решается с использованием компьютерных программ [6], реализующих базовые алгоритмы разработки УР [1]. Более подробная информация о тонкостях реализации алгоритмов методов разработки УР, приведена в [1, 2, 3, 5].

1.2. Определение номера индивидуального варианта задания

КР выполняется по индивидуальному варианту задания, номер которого выдается студенту преподавателем. По номеру варианта студент сам находит в данном пособии исходные данные, необходимые для решения задач КР.

1.3. Требования к оформлению пояснительной записки

КР оформляется в виде записки, начинающейся с титульного листа с указанными на нем: названиями - университета, кафедры и дисциплины, ф.и.о.- лектора и автора работы, номером зачетной книжки и варианта, а также темой КР. В начале КР необходимо привести табл.1.1.

УР, разработанные в КР

Таблица 1.1.

УР ₁ : в x_2 ложной информации нет	УР ₅ : расчетные $\lambda_{вс}=13$ вс/ч и $\lambda_{пасс}=1413$ пасс/ч.
УР ₂ : прогноз $x_2 = 144$;	УР ₆ : СМО факт опт число
УР ₃ : прогноз $Q_7 = 180$ млн.ткм.;	ТГА 3 4
УР ₄₁ : потенциал рынка = 1162 млн.ткм. Фактический парк ВС	МСТ 25 20
Ил-96м(3);Ту-214(6);Ту-204м(12);Ту-334(10)	БОТ 10 12
маж Пр факт парка ВС = 2347 млн.руб.	БГТ 600 712
при расходах $P_p = 16297$ млн.руб.	СТР 50 52
Стоимость факт.ПВС = 25.048 млрд.руб.	МОЖ 350 359
$Ren_{\phi} = 2347/16297=0.144$;	УР ₇ : т керосина
УР ₄₂ : маж прибыль рынка = 6711 млн. руб.млн.руб. обор.ср-ва
при расходах $P_p = 12755$ млн.руб.млн.руб. инвестиции
УР ₄₃ : ПВС, способный удовлетворить спрос	Ил-96м Nф Nopt Nэкипажей
Ил-96м(5);Ту-214(5);Ту-204м(10);Ту-334(6)	Ил-96м 3 5 24
Стоимость ПВС = 22.379 млрд.руб.	Ту-214 6 5 49
даст маж прибыль = 6412 млн. руб.	Ту-204м 12 10 64
при min расходах = 13054 млн. руб.	Ту-334 10 6 52
$Ren_6 = 6412/13054 = 0.491$	

При выполнении КР рекомендуется:

- 1) в записке привести исходные данные, экономико-математические модели, промежуточные и итоговые результаты решения задач, выводы о сути разработанных УР, перечень использованной литературы;
- 2) пронумеровать арабскими цифрами страницы, таблицы, модели, рисунки и графики.

2. Методические рекомендации к выполнению курсовой работы

2.1. Словесное описание постановки задачи КР

Управленческая ситуация (УС), для которой необходимо разработать взаимосвязанные УР, имеет следующие особенности:

1. Объектом управления (ОУ) является авиакомпания (АК), выполняющая авиаперевозки на парке ВС (ПВС), состав и структура которого заданы в табл.1 Приложения I. Летно-технические характеристики типов ВС приведены в табл.2 Приложения I.

2. АК выполняет полеты по 7-ми воздушным линиям (ВЛ). Прогнозы спроса на авиаперевозки по 1-6-й ВЛ заданы в табл.3 Приложения I. Протяженность каждой из 7-ми ВЛ приведена в табл.4 Приложения I.

3. Прогноз спроса на авиаперевозки по 7-й ВЛ - Q_7 формируется под влиянием 2-х критических факторов внешней среды x_1 и x_2 . Для многофакторного прогнозирования Q_7 необходимо использовать: а) подробную информацию о динамике фактора x_2 за 10 лет (на основании которой формируется его однофакторный прогноз на 11-й год), приведенную в табл.5. Приложения I, б) информацию о динамике Q_7 и критическом факторе x_2 за 7 лет (3-10-й г.г.), приведенную в табл.6, в) информацию о динамике и прогнозе критического фактора x_1 , приведенную в табл.6.

4. Доходы d_{ij} , расходы c_{ij} и прибыль p_{ij} , получаемые от перевозки 1 ткм. на i -м типе ВС на заданную j -ю дальность полета заданы в табл.7 Приложения I.

5. Сезонная, недельная и суточная неравномерности перевозок известны и приведены соответственно в табл.8, 9, 10 Приложения I.

6. Количества багажных тележек (БГТ), стоек регистрации пассажиров (СТР) и мест ожидания (МОЖ) в базовом АП приведены в табл.11 Приложения I.

7. Количества аэродромных тягачей (ТГА), мест стоянки ВС (МСТ) и бригад оперативного обслуживания ВС (БОТ) в базовом АП приведены в табл.12 Приложения I.

8. Промежутки времени (мин) между посадками ВС в базовом аэропорту в час пик приведены в табл.13 Приложения I, а времена обслуживания ВС - в табл.14 Приложения I.

Суть проблемы УС в несоответствии потенциалов ПВС и рынка авиаперевозок, в недостаточности имеющегося ПВС и ресурсов для полного удовлетворения спроса на перевозки, а также в наличии "узких мест", которые мешают реализации потенциалов рынка и ПВС АК.

2.2. Декомпозиция проблемы КР

Декомпозиция - деление проблемы УС на совокупность взаимосвязанных задач, имеет своей целью обеспечить ее эффективное решение. Декомпозиция проблемы КР на комплекс задач III-VI-го этапов разработки УР [7], имеет следующий вид:

Этап III. Моделирование и прогнозирование параметров УС:

Задача 1. Поиск ложной информации в данных о критическом факторе x_2 , определяющем объем перевозок по 7-й ВЛ (Q7).

Задача 2. Однофакторное регрессионное моделирование как функции t и прогнозирование критического фактора x_2 .

Задача 3. Многофакторное регрессионное моделирование и прогнозирование Q7 - объема перевозок по 7-й ВЛ, как функции критических факторов внешней среды x_1 и x_2 .

Этап IV. Оценка потенциала основных производственных фондов АК:

Задача 4. Оценка потенциала сети ВЛ и фактического ПВС АК.

Этап V. Формирование оптимального облика УС:

Задача 5. Формирование оптимального облика ПВС АК.

Задача 6. Оптимизация облика элементов ОУ: поиск “узких мест” и оценка потребности в БГТ, СТР, МОЖ, ТГА, МСТ и БОТ в базовом АП.

Этап VI. Оценка достаточности и потребности в ресурсах:

Задача 7. Оценка достаточности и потребности в ресурсах.

По итогам решения задач 1-7 в заключение, исходя из имеющихся ресурсов, необходимо сформировать предложения по улучшению УС.

2.3. Моделирование и прогнозирование параметров УС

2.3.1. Оценка наличия ложной информации в критическом факторе x_2

Задача 1 посвящена оценке наличия ложной информации в данных о критическом факторе x_2 , характеризующем УС и определяющем объем перевозок по 7-й ВЛ (Q7). Исходные данные со значениями величин критического фактора x_2 приведены в табл.2.1.

Пример решения задачи 1

Таблица 2.1.

Значения величин критического фактора x_2										
t_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_2	61	70	79	88	97	105	112	121	129	137

Наличие ложной информации в x_2 определяем по результатам оценки гипотезы о распределении x_2 по нормальному закону алгоритмом [1, с.13-15]. В случае, когда гипотеза о нормальности распределения x_2 не отвергается, можно считать, что ложной информации в x_2 нет, в противном случае необходимо использовать процедуру отсева ложной информации [1, с.17].

Пример решения задачи 1

По данным табл.2.1 по алгоритму [1, с.10-15] программой fu_ras.pas [6, с.45-54] вычисляем:

- 1) количество наблюдений случайной величины x_2 $n=10$;
- 2) математическое ожидание случайной величины x_2

$$\mu = \frac{1}{n} \sum x_{2i} = (61+70+79+88+97+105+112+121+129+137) = 99.90; \quad (2.1)$$

3) среднее квадратическое отклонение случайной величины x_2

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_{2i} - \mu)^2} = 25.46; \quad (2.2)$$

4) число интервалов разбиения $N_{ин} = 5 \log 10 = 5;$ (2.3)

5) шаг разбиения $\Delta x_2 = \frac{X_{max} - x_{mi}}{N_{ин}} = \frac{137 - 61}{5} = 15.20;$ (2.4)

6) формируем границы интервалов и оцениваем количества попаданий случайной величины x_2 в каждый интервал n_i , записывая результаты в табл.2.2.

Таблица 2.2.
Оценка гипотезы о нормальности распределения x_2

N	1	2	3	4	5
Гр	61.00- 76.20	76.21- 91.41	91.42- 106.62	106.63- 121.83	121.84- 137.04
n_i	2	2	2	2	2
F_T	0.179	0.371	0.617	0.813	0.930
p_T	0.179	0.192	0.247	0.195	0.117

7) выдвигаем гипотезу о распределении случайной величины x_2 по нормальному закону и определяем теоретические $F_{Ti} = \Phi(Z_i)$, где $Z_i = (x_i - \mu)/\sigma$ (см. табл.4 Приложения I и табл.5 Приложения II [1]); результаты оценки F_{Ti} записываем в табл.2.2;

8) определяем теоретические вероятности p_{Ti} по формуле (1.13) [1] и записываем их величины в табл. 2.2;

9) вычисляем статистику χ^2_p как

$$\chi^2_p = \sum_{i=1}^{N_{ин}} \frac{(n_i - n p_{Ti})^2}{n p_{Ti}} = 0.70; \quad (2.5)$$

10) сравниваем $\chi^2_p = 0.70$ с $\chi^2_{T(v,p)} = 5.99$ при $v = N_{ин} - n_p - 1 = 5 - 2 - 1 = 2$ (n_p - число параметров в законе распределения) и $p = 1 - p_d = 1 - 0.95 = 0.05$ (p_d - доверительная вероятность);

11) принимаем $УР_1 \rightarrow \{ \text{в } x_2 \text{ ложной информации нет} \}$, так как гипотеза о нормальности распределения x_2 не отвергается ($X^2_p = 0.70 < X^2_T = 5.99$).

2.3.2. Однофакторное моделирование и прогнозирование фактора x_2

Задача 2 посвящена моделированию и оценке точечного и интервального прогнозов одного из критических факторов внешней среды x_2 , оказывающего влияние на спрос на перевозки по 7-й ВЛ .

Исходные данные примера прогнозирования x_2 приведены в табл.2.1.

Считая фактор x_2 функцией фактора времени t , в задаче 2 необходимо:

1. Рассчитать параметры моделей $y = f(t)$

$$\text{а) } x_2 = a + b * t; \quad (2.6)$$

$$\text{б) } x_2 = a * t^b; \quad (2.7)$$

$$\text{в) } x_2 = a * b^t; \quad (2.8)$$

$$\text{г) } x_2 = a + b * t + c * t^2. \quad (2.9)$$

2. Оценить адекватность моделей (2.6)-(2.9) и выбрать модель, пригодную для прогнозирования x_2 .

3. Сформировать по выбранной модели прогноз x_2 .

Алгоритм решения задачи 2 приведен в [1, с.27 - 32, 38 - 40] и реализуется на ЭВМ с помощью программы mono_reg.pas [6, с.66 - 76].

Пример решения задачи 2

1. По данным табл.2.1 по алгоритму [1, с.27 - 32, 38 - 40] с помощью компьютерной программы mono_reg.pas были вычислены математические модели зависимости $x_2 = f(t)$:

$$1) x_2 = 53.67 + 8.41 * t; \quad (2.10)$$

$$2) x_2 = 56.16 * t^{0.361}; \quad (2.11)$$

$$3) x_2 = 59.72 * 1.092^t; \quad (2.12)$$

$$4) x_2 = 51.83 + 9.32 * t - 0.083 * t^2 \quad (2.13)$$

2. По моделям (2.10 - 2.13) по [1, с.27 - 32, 38 - 40] вычисляем:

- среднюю ошибку $\Delta\epsilon\%$;
- остаточную дисперсию $\sigma_{\text{ост}}$;
- расчетную оценку F-критерия Фишера $F^*_{\text{кр}}$;

- прогнозные значения x_2 для $t=11$ Пр;

- отклонение прогнозных значений $\Delta \text{Пр} = (x_{2(t=11)} - x_{2(t=10)})$.

Результаты решения задачи 2 приведены в табл. 2.3. По $F_{\text{кр max}} = 2784$ отбираем для прогнозирования наиболее адекватную модель

$$x_2 = 51.83 + 9.32*t - .083*t^2 ,$$

при $\Delta\epsilon\%_{\text{min}}=0.3$; $\sigma_{2\text{ост}} = 0.5$; $F_{\text{кр}}=2783.7$; Пр =144:

Таблица 2.3.
Результаты моделирования и прогнозирования x_2

Модель	$\Delta\epsilon\%$	$\sigma_{2\text{ост}}$	$F_{\text{кр}}^*$	Пр	$\Delta \text{Пр}$
$x_2 = 53.67 + 8.41 * t$	0.7	0.8	979	146	9
$x_2 = 56.16 * t^{0.361}$	4.0	4.8	28	133	-4
$x_2 = 59.72 * 1.092^t$	3.1	3.9	43	157	20
$x_2 = 51.83 + 9.32 * t - .083 * t^2$	0.3	0.5	2784	144	7

Из табл.2.3 формируем прогноз критического фактора $УР_2 \rightarrow \{x_2 = 144\}$.

2.3.3. Многофакторное моделирование и прогнозирование Q7

Задача 3 посвящена формированию многофакторной регрессионной модели и прогноза спроса на авиаперевозки по 7-й ВЛ- Q7, как функции x_1 и x_2

$$Q7 = a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_2, \quad (2.14)$$

где x_1, x_2 - критические факторы, определяющие дисперсию У.

a_0, a_1, a_2 - расчетные коэффициенты уравнения регрессии.

В задаче 3 необходимо:

- 1) рассчитать параметры модели (a_0, a_1, a_2) (2.14);
- 2) оценить адекватность модели;
- 3) сформировать многофакторный прогноз Q7, используя заданный прогноз фактора x_1 (табл.6 Приложения I) и прогноз $x_2=144$ из задачи 2.

Пример решения задачи 3

Исходные данные для примера решения задачи 3 приведены в табл.2.4. Для расчета уравнения регрессии используем алгоритм метода наименьших квадратов [1, с.33-38, 47-49], реализуемый программой mn_reg.pas [6, с.76-87].

Таблица 2.4.

Исходные данные для примера решения задачи 3

Q7 млн.ткм	Свободный член	Фактор x1	Фактор x2
102	1	3	88
109	1	6	97
110	1	8	105
113	1	10	112
116	1	12	121
118	1	14	129
160	1	21	137
Q7=?	1	Прогноз -> 25	УР2 -> 144

1. По алгоритму [1, с.35] и данным табл.2.4 с помощью программы mn_reg.pas [6,с.76-87] вычисляем многофакторную модель

$$Q7 = 230.65 + 8.05x_1 - 1.75x_2. \quad (2.15)$$

2. Подставляя прогнозы x_{1i} , x_{2i} в (2.15), находим прогноз Q7. Результаты анализа модели (2.15) приведены в табл.2.5.

Таблица 2.5.
Анализ многофакторной регрессионной модели (2.15)

x ₁	x ₂	Q7 ф	Q7 p	$\Delta Q7 = Q7p - Q7ф$	%откл Q7
3	88	102.00	100.63	-1.37	1.35
6	97	109.00	109.01	0.01	0.01
8	105	110.00	111.10	1.10	1.00
10	112	113.00	114.94	1.94	1.71
12	121	116.00	115.27	-0.73	0.63
14	129	118.00	117.36	-0.64	0.55
21	137	160.00	159.70	-0.30	0.19

3. Вычисляем критерии адекватности модели (2.15) по [1],

- остаточную дисперсию $\sigma_{2ост} = 1.970$;
- среднюю ошибку аппроксимации $\Delta \acute{e} = 0.776\%$;
- F* - критерий Фишера $F_{кр}^* = 185.607$;
- коэффициент множественной корреляции $R = 0.997$;
- коэффициент множественной детерминации $D = 0.995$;
- статистические оценки значимости коэффициентов регрессии

$$t_{a1} = 20.621, \quad t_{a2} = 19.972 \quad \text{и} \quad t_{a3} = 12.94020.621.$$

Модель (2.10) адекватна, поскольку все a_i значимы, а

$$F_{кр}^* = 185.607 > F_{таб k1 k2}^* = 4.05, \quad \text{где } k1=n-1=7-1=6 \quad \text{и} \quad k2=n-p-1=7-3-1=3.$$

Прогноз Q7 находим, подставляя в (2.15) прогнозы $x_1=25$ и $x_2=144$.

$$Q7 = 230.65 + 8.05 x_1 - 1.75x_2 = 230.65 + 8.05 * 25 - 1.75 * 144 = 180 \text{ млн.ткм.}$$

По итогам решения задачи 3 принимаем прогноз авиаперевозок по 7-й ВЛ
УР₃ → {Q7=180 млн.ткм.}

2.4. Оценка экономического потенциала парка ВС и сети ВЛ

2.4.1. Оптимальная расстановка заданного парка ВС на сети ВЛ

Задача 4 посвящена оценке экономических потенциалов заданного ПВС и рынка авиаперевозок, а также поиску облика оптимального ПВС, способного полностью удовлетворить спрос и дать макс возможную прибыль.

Экономический потенциал ПВС оцениваем по максимуму прибыли, получаемой с заданного объема перевозок на заданных ВЛ как функция оптимальных величин x_{ij} млн.ткм. - объемов перевозок на ВС i -го типа по j -м ВЛ, макс суммарную прибыль (P) или min убытки ($-P$) (2.16)

$$P = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij} x_{ij} \rightarrow \max \quad \text{или} \quad -P = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m -p_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (2.16)$$

$$\text{при ограничениях: } 1. \quad \sum_{j=1}^m x_{ij} = a_i; \quad \text{для } i=1,n; j=1,m; \quad (2.17)$$

$$2. \quad \sum_{i=1}^n x_{ij} = b_j; \quad \text{для } i=1,n; j=1,m; \quad (2.18)$$

$$3. \quad \sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j \quad \text{для } i=1,n; j=1,m; \quad (2.19)$$

$$4. \quad x_{ij} \geq 0; \quad \text{для } i=1,n; j=1,m; \quad (2.20)$$

где p_{ij} - прибыль от перевозки 1 ткм. на i -м ВС по j -й ВЛ;

a_i - годовой потенциал провозной способности i -го ВС (млн.ткм);

b_j - спрос на перевозки по j -й ВЛ (млн.ткм).

Ограничение (2.19) уравнивает годовую производительность ПВС и спрос на перевозки.

Исходными данными для задачи 4 являются:

1. Типы и численность заданного ПВС (табл.1 Приложения I).
2. Прогноз спроса b_j млн. ткм. по $j=1,6$ ВЛ и протяженность всех 7-ми ВЛ (Лвл км.) (табл.3 Приложения I).
3. Параметры типов ВС АК (табл.2 Приложения I):

$A_{эк_ч}$ - часовая экономическая производительность ВС (ткм./ч.);

A_r - годовая экономическая производительность ВС(млн.ткм.);

G_{klm} - коммерческая загрузка при полете на тах дальность (т);

$T_{по}$ - время наземной подготовки ВС к выполнению рейса (ч);

$\phi_{кз}$ - прогноз % коммерческой загрузки (%);

H_r - плановый годовой налет часов одного ВС(ч);

G_r - часовой расход топлива (т);

$G_{кмх}$ - тах коммерческая загрузка (т);

V_{eko} - экономическая скорость ВС (км/ч);

$V_{кр}$ - крейсерская скорость ВС (км/ч);

$n_{кр}$ - количество кресел в салоне ВС (шт);

C_{bc} - стоимость ВС (млн.\$);

4. Доходы, расходы и прибыль от перевозок 1 ткм на i -м типе ВС по j -й ВЛ на дальность $L_{вл}$ в табл.5 Приложения I.

Алгоритм решения задачи приведен в [1, с. 74-82].

Пример решения задачи 4

В примере фактический (заданный) ПВС АК состоит из: 3-х Ил-96м, 6-ти Ту-214м, 12-ти Ту-204м и 10-ти Ту-334, которые должны перевезти b_j млн. ткм. по 7-ми ВЛ ($j= 1,7$) протяженностью $L_{вл}$ км. Ответ задачи 3 - **Q7=180** млн.ткм. является прогнозом объема перевозок по 7-й ВЛ.

Параметры сети ВЛ АК

Таблица 2.7.

Порядковый номер ВЛ АК	1	2	3	4	5	6	7
Прогноз спроса b_j /млн.ткм/	183	135	137	173	245	109	180
Протяженность ВЛ $L_{ВЛ}$ /км/	7500	7500	3000	6600	4100	2000	3580

По данным табл.2 Приложения I оцениваем стоимость фактического ПВС $C_{ПВС} = \sum N_{bc} * C_{bc} = 3 * 45 + 6 * 30 + 12 * 28 + 10 * 25 = 901$ млн.\$ * 27.8 = 25.048 млрд.руб.

Годовой потенциал провозной способности ВС i -го типа равен

$$a_i = A_{\Gamma} = A_{\text{ЭК_ч}} * N_{\Gamma} * \text{фкз.} \quad (\text{млн. ткм.}) \quad (2.21)$$

По 2.16 и табл.2 Приложения I находим a_i всех типов ВС. Так, потенциал 5-ти ВС Ил-96м равен: $a_1 = N_{bc} * A_{\text{ЭК_ч}} * N_{\Gamma} * \text{фкз} = 3 * 34000 * 4200 * 0.65 = 278$ млн.ткм. Аналогично a_i 6-ти Ту-214м, 12-ти Ту-204м и 10-ми Ту-334 соответственно равны 332, 376 и 183 млн. ткм. Записываем a_i и b_j в табл.2.8.

Таблица 2.8.

Исходные данные для оптимизации расстановки заданного парка ВС

ПАРК ВС		Воздушные линии								a_i (млн. ткм.)
Тип ВС	Ншт.	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ил-96м (3 шт.)		-11.0	-11.0	17.7	-7.0	4.7	31.0	10.0	0	278
Ту-214 (6 шт.)		10.0	10.0	2.3	4.0	-2.7	18.3	-1.3	0	332
Ту-204м(12шт.)		50.0	50.0	-5.0	41.0	1.3	4.7	-1.7	0	376
Ту-334 (10 шт.)		83.3	83.3	11.7	60.7	24.3	-3.3	20.7	0	183
b_j (млн.ткм.)		183	135	137	173	245	109	180	6	1162+6\1168
$L_{ВЛ}$ (км.)		7500	7500	3000	6600	4100	2000	3580	0	

По табл.7 Приложения I находим точечные оценки себестоимости c_{ij} (руб.) , доходов d_{ij} (руб.) и прибыли r_{ij} (руб.) от перевозки 1 т на 1 км. на i -м типе ВС по j -й ВЛ. Умножаем r_{ij} на (-1) и записываем их в табл.2.8.

Алгоритм решения задачи 3 приведен в [1, с. 75 – 84]. Оптимальный план расстановки заданного ПВС на сети ВЛ приведен в табл.2.9. Мах прибыли, которая может быть получена на заданной сети ВЛ и заданном ПВС равен $P_{\text{max}} = -\sum \sum -r_{ij} x_{ij} = 2347$ млн.руб. Просуммировав $d_{ij} * x_{ij}$ и $c_{ij} * x_{ij}$ в занятых клетках табл.2.9, находим доходы $D_p = 18644$ млн.руб., расходы

$P_p=16297$ млн.руб. и потенциал прибыли $D_p-P_p= 18644-16297= 2347$ млн.руб. заданного ПВС.

Таблица 2.9.
Оптимальный план расстановки заданного парка ВС

183	-11	95	-11	17.7	-7	4.7	31.0	10.0	2	0	278	
	10	40	10	2.3	4	-2.7	18.3	-1.3		0	332	
	50		50	70	-5	41.0	1.3	4.7	180	-1.7	0	376
1	83.3	83.3		11.7	60.7	24.3	-3.3	20.7		0	183	
		67		6		109						
	183	135		137	173	245	109	180		6	1168	

Вычислив суммы расходов для каждого типа ВС в отдельности, находим себестоимости 1 ткм. для каждого типа ВС. Результаты расчетов в табл.2.10.

Таблица 2.10.
Экономические характеристики перевозки 1 ткм. по типам ВС

Тип ВС	Сумма расходов Млн. руб.	Суммарный объем авиаперевозок Млн. ткм.	Себестоимость 1 ткм руб./ткм.
Ил-96	2780	278	10.0
Ту-214	5933	332	17.9
Ту-204	5133	376	13.6
Ту-334	2472	183	13.5
Итого	16297		

2.4.2. Оценка экономического потенциала рынка авиаперевозок

Экономический потенциал рынка авиаперевозок можно оценить по тах прибыли P_p , которую можно получить от перевозки прогнозируемого объема млн.ткм. на оптимальном по типам и численности ПВС, сформированном из доступных АК типов ВС, оптимально расставленном на сети ВЛ, функционирующем без отказов и задержек, при полном и своевременном ресурсном обеспечении, необходимой оснащенности аэропортов, оптимальном расписании и т.д.

Оптимальный ПВС формируем при следующих допущениях:

1. ВС выполняют только беспосадочные рейсы.
2. Фактический годовой налет часов 1 ВС не может быть больше 2 % от планового годового налета. Например, при плане 4200 часов фактический годовой налет Ил-96м не должен превысить 4284 часа.

В примере оптимальный ПВС формируем из доступных АК типов ВС:

1. По данным табл.7 Приложения I для всех ВЛ в зависимости от их дальности находим самые выгодные типы ВС (дающие $\max(p_{ij})$). Записываем в табл.2.11 под каждой ВЛ выбранный тип ВС.

2. В столбец "Типы ВС" записываем (по одному разу) все выбранные типы ВС (в том же порядке, что и в табл.2.9).

3. В столбцы табл.2.11. "Воздушные линии" записываем $-p_{ij}$.

4. Суммируем прогнозы объемов перевозок на ВЛ по типам ВС: Ил-96м $(183+135+173)=491$; Ту-204м $(137+180)=317$; Ту-214м (245) ; Ту-334 (109) .

Поскольку $\sum a_i = 1162 = \sum b_j = 1162$ в табл.2.11 - транспортная задача "закрытая", решая которую получаем оптимальное решение (табл.2.12). Оптимальный план дает предельно \max прибыль, которую может получить ПВС, сформированный из доступных АК типов ВС

$$P_{\max} = -\sum \sum -p_{ij} x_{ij} = -(-6711) = 6711 \text{ млн. руб.}$$

Таблица 2.11.
Исходные данные для оценки экономического потенциала рынка

Тип ВС	Воздушные линии							a_i
	1	2	3	4	5	6	7	млн. ткм.
Ил-96м	-11.0	-11.0	17.7	-7.0	4.7	31.0	10.0	491
Ту-214м	10.0	10.0	2.3	4.0	-2.7	18.3	-1.3	245
Ту-204м	50.0	50.0	-5.0	41.0	1.3	4.7	-1.7	317
Ту-334	83.3	83.3	11.7	60.7	24.3	-3.3	20.7	109
b_j /млн.ткм.	183	135	137	173	245	109	180	1162
Лвл l_j (км.) Opt Тип	7500 Ил-96	7500 Ил-96	3000 Ту-204м	6600 Ил-96м	4100 Ту-214м	2000 Ту-334	3580 Ту-204м	

Просуммировав произведения $d_{ij}x_{ij}$ и $c_{ij}x_{ij}$ в занятых клетках табл.2.12, вычисляем доходы от перевозок $D_p = 19466$ млн.руб. и сопутствующие им

расходы $P_p=12755$ млн.руб. Разность $D_p - P_p = 19466 - 12755 = 6711$ млн.руб., равна потенциалу прибыли рынка авиаперевозок.

Оптимальное решение Таблица 2.12.

183 ⁻¹¹	135 ⁻¹¹	17.7	173 ⁻⁷	4.7	31.0	10.0	491
10	10	2.3	4	245 ^{-2.7}	18.3	-1.3	245
50	50	137 ⁻⁵	41.0	1.3	4.7	180 ^{-1.7}	317
83.3	83.3	11.7	60.7	24.3	109 ^{-3.3}	20.7	109
183	135	137	173	245	109	180	1162

Вычислив суммы расходов для каждого типа ВС в отдельности, находим себестоимости 1 ткм. для каждого типа ВС. Результаты в табл.2.13.

Расчет себестоимости 1 ткм. по типам ВС Таблица 2.13.

Тип ВС	Сумма расходов Млн. руб.	Суммарный объем авиаперевозок Млн. ткм.	Себестоимость 1 ткм руб./ткм.
Ил-96	4910	491	10.0
Ту-214	2695	245	11.0
Ту-204	3878	317	12.2
Ту-334	1272	109	11.7
Итого	12755		

Сравнивая себестоимости 1 ткм. в табл. 2.10 и 2.13, а также max возможную прибыль 6711 млн.руб. и прибыль 2347 млн.руб., которую можно получить на фактическом ПВС, делаем вывод о наличии резерва повышения эффективности деятельности АК за счет изменения структуры ПВС и снижения себестоимости 1 ткм.

Оцениваем возможность реализации плана табл.2.12 с учетом ограничений (2.12-2.15). С этой целью вычисляем и записываем в табл.2.14:

а) годовые производительности всех типов ВС $A_{г1сi} = A_{ч1C_i} * N_{г}$, где $A_{ч1C_i}$ - часовая экономическая производительность i-го типа ВС;

$N_{г}$ - плановый годовой налет часов i-го типа ВС;

б) дробную численность ПВС i -го типа, способного выполнить прогнозный объем перевозок с учетом $\varphi_{кзи}$

$$n_{BC\sim i} = Q_{pi} / (A_{Г1c_i} * \varphi_{кзи}), \text{ (для Ил-96м } n_{BC\sim i} = 491 / (143 * 0.65) = 5.3 \text{ шт.)} \quad (2.22)$$

в) дробные части нецелых ВС $\Delta n_{BC\sim i}$ (для Ил-96м $\Delta n_{BC\sim i} = 0.30$ шт.);

г) целые части ВС : Ил-96м $n_{BC1} = 5$; Ту-214м - $n_{BC2} = 4$, ТУ-204м - $n_{BC3} = 10$; Ту-334 - $n_{BC4} = 6$);

д) доли дробных частей ВС приходящиеся на каждое целое ВС

$$\Delta n_{1c_i} = \Delta n_{BC\sim i} / n_{BC\sim i}; \text{ (для Ил-96м } \Delta n_{1c_i} = 0.30 / 5 = 0.06 \text{ или } +6.0\%), \quad (2.23)$$

е) дополнительный налет часов приходящийся на каждое целое ВС

$$\Delta n_{Г1_{bc_i}} = \Delta n_{1c_i} * n_{Г_i}, \text{ (для Ил-96м } \Delta n_{Г1_{bc1}} = 0.06 * 4200 = 243 \text{ часа).}$$

Из табл.2.14 видно, что $\Delta n_{Г}$ каждого Ил-96м на 243 часа (+6.0%) и каждого Ту-214м на 462 ч. на +11% превышает 2%-е ограничение и объем перевозок 1162 млн.ткм. для ПВС: 5 Ил-96м, 4 Ту-214м, 10 Ту-204м, 5 Ту-334 недоступен.

Исходя из полученных результатов формулируем $УР_{41} \rightarrow \{\text{потенциал рынка} = 1162 \text{ млн.ткм.}, \text{ мах прибыль, которую может дать фактический ПВС } BC = 2347 \text{ млн.руб. при расходах } P_p = 16297 \text{ млн.руб.}; \text{ рентабельность фактического ПВС равна } Ren_{\phi} = 2347 / 16297 = 0.144\}$ и $УР_{42} \rightarrow \{\text{мах прибыль, которая может быть получена ПВС, составленным из имеющихся типов ВС} = 6711 \text{ млн.руб. при расходах } P_p = 12755 \text{ млн.руб.}\}$.

Поиск параметров оптимального парка ВС

Таблица 2.14.

Тип ВС	Спрос млн. ткм.	$\varphi_{кз}$ %	$A_{Г1}$ млн ткм	$n_{BC\sim}$ шт.	Δn_{BC} шт.	Δn_{1c} доля 1BC	%	$\Delta n_{Г}$ Г ВС	$n_{Г}$ план ч.	N1	A1 млн. ткм.	N2	A2 млн. ткм.
Ил-96м	491	0.65	143	5.30	0.30	0.06	6.0	243	4200	5	491	6	557
Ту-154м	245	0.65	85	4.40	0.40	0.11	11.0	462	4250	4	245	5	276
Ту-204м	317	0.65	48	10.10	0.10	0.01	1.0	33	2800	10	317	11	345
Ту-334	109	0.65	28	5.99	0.001	0.01	1.0	554	2800	5	109	6	109
Итого:	1162										1162		1287

Для поиска целочисленного ПВС, который не превысит более чем на 2% плановый налет $n_{Г}$, воспользуемся предельными численностями ВС i -го

типа N1 и N2 из табл.2.14. Сформируем из них все возможные варианты ПВС (см. табл.2.15).

Возможные варианты парка ВС **Таблица 2.15.**

ВС\Вар-т	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ил-96м	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6
Ту-214м	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5
Ту-204м	10	10	11	11	10	10	11	11	10	10	11	11	10	10	11	11
Ту-334	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6
Σa_i	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	8	0	2	3	4	6	7	9	8	0	1	3	3	5	6	8
	9	7	1	9	4	2	6	4	2	0	4	2	7	5	9	7
$\Sigma b_j - \Sigma a_i$	73	55	41	23	18	0	-14	-32	-20	-38	-52	-70	-75	-93	-107	-125

Как показали расчеты, полностью удовлетворяют спрос на авиаперевозки, варианты ПВС, дающие \min модуля разности $|\Sigma b_j - \Sigma a_i|$. Анализ величин $|\Sigma b_j - \Sigma a_i|$. табл.2.15 показывает, что в нашем примере это 6-й, либо 7-й варианты ПВС. Рассмотрим 6-й вариант ПВС стоимостью 22379 млрд.руб., в состав которого входят: 5 Ил-96м, 5 Ту-214м, 10 Ту-204м и 6 Ту-334. Решаем задачу методом потенциалов и находим оптимальный план (табл.2.16), дающий прибыль $Pr_6=6412$ млн. руб. при расходах 13054 млн.руб. и доходах 19466 млн.руб.

Оптимальное решение для 6-го варианта парка ВС **Таблица 2.16.**

ВЛ 1	ВЛ 2	ВЛ 3	ВЛ 4	ВЛ 5	ВЛ 6	ВЛ 7	a_i млн. ТКМ	Расходы млн.руб.	Себ. ТКМ/ руб.
-11 183	-11 135	17.7	-7 146	4.7	31.0	10.0	464	4640.0	10.0
10	10	2.3	4 27	-2.7 245	18.3	-1.3 4	276	3315.0	12.0
50	50	-5 137	41.0	1.3	4.7	-1.7 176	313	3827.7	12.2
83.3	83.3	11.7	60.7	24.3	-3.3 109	20.7	109	1271.7	11.7
183	135	137	173	245	109	180	1162	13054	

7-й вариант ПВС стоимостью 22462 млрд.руб. состоит из: 5 Ил-96м, 5 Ту-214м, 11 Ту-204м и 5 Ту-334. Оптимальный план расстановки 7-го варианта

ПВС в табл.2.17. Прибыль 7-го варианта равна $Pr_7=6270$ млн. руб. расходы $P_7=13139$ млн.руб. и доходы $D_7=19409$ млн.руб.

Оптимальное решение для 7-го варианта парка ВС Таблица 2.17.

ВЛ 1	ВЛ 2	ВЛ 3	ВЛ 4	ВЛ 5	ВЛ 6	ВЛ 7	ВЛ ф	a_i	Расходы млн.руб.	Себ. ТКМ. руб.
-11 183	-11 135	17.7	-7 146	4.7	31.0	10.0	0	464	4640.0	10.0
10	10	2.3	4 27	-2.7 245	18.3	-1.3	0 4	276	3271.0	12.03
50	50	-5 137	41.0	1.3	4.7 18	-1.7 180	0 10	345	4166.3	12.4
83.3	83.3	11.7	60.7	24.3	-3.3 109	20.7	0	91	1061.7	11.7
183	135	137	173	245	109	180	14	1162/ 1176	13139	

Сравнивая 6-й и 7-й варианты, находим, что:

- 1) прибыль $Pr_6=6412$ млн. руб. $> Pr_7=6270$ млн. руб.;
- 2) расходы $P_6=13054$ млн. руб. $< P_7=13139$ млн. руб.
- 3) рентабельность $6412/13054=0.491 > 6270/13139=0.476$.

Сравнивая по табл.2.18 итоги использования ПВС, делаем следующие выводы:

1. Фактический парк ВС не может выполнить прогноз объема перевозок.
2. 6-й вариант: Ил-96м(5);Ту-214(5);Ту-204м(10);Ту-334(6) превосходит фактический: Ил-96м(3);Ту-214(6);Ту-204м(12);Ту-334(10) и 7-й вариант: Ил-96м(5);Ту-214(5);Ту-204м(11);Ту-334(5) по всем показателям (см.табл.2.18).

Исходя из выводов формируем $УР_{43} \rightarrow \{\text{парк ВС, способный полностью удовлетворить спрос, имеет вид: Ил-96м(5);Ту-214(5);Ту-204м(10);Ту-334(6); дает max прибыль = 6412 млн. руб. при min расходах=13054 млн.руб. и } Ren_6=6412/13054=0.491\}$.

Таблица 2.18.

Сравнение использования вариантов парков ВС на заданной сети ВЛ

Показатель	Ед.изм.	Факт.ПВС	Вар. 7	Вар. 6	Потенциал
Стоимость ПВС	млрд. руб.	25.048	22.462	22.379	
Доходы	млн. руб.	18644	19409	19466	19466
Расходы	млн. руб.	16297	13139	13054	12755
Прибыль	млн. руб.	2347	6270	6412	6711
Прибыль/Расходы	-	0.144	0.477	0.491	0.526
Фондоотдача ПВС	-	0.094	0.279	0.287	
$\sum b_j - \sum a_i$	млн. ткм.	-6	- 14	0	0
$\sum a_i$	млн. ткм.	1168	1176	1162	1162
$\sum b_j$	млн. ткм.	1162	1162	1162	1162

2.5. Формирование оптимального облика УС

Функционирование ПВС АК обеспечивается наземным комплексом

$$НК = АП + УВД + АРЗ + АТЦ \quad (2.24)$$

где АП - аэропорты, УВД - средства управления воздушным движением, АРЗ - авиаремонтные заводы; АТЦ - авиационно-технических центры.

Эффективность парных рейсов (ПР) зависит от соответствия интенсивностям поступления на обслуживание ВС - $\lambda_{вс}$, пассажиров - $\lambda_{пасс}$, груза $\lambda_{гр}$, багажа $\lambda_{бг}$, параметров облика ОУ, характеризуемого параметрами ПВС, сети ВЛ, численности экипажей (ЭК) и элементов НК: взлетно-посадочных полос (ВПП), бригад перронного обслуживания (БОТ), мест стоянки (МСТ), радиолокаторов, средств доставки пассажиров в АП, мест ожидания в аэровокзале (МОЖ), числа билетных касс, стоек регистрации (СТР), аэродромных тягачей (ТГА), багажных телег (БГТ), заправщиков ГСМ и т.д.

Недостаток элементов НК ведет к возникновению "узких мест", в которых замедляется движение потоков заявок - ВС, пассажиров, грузов и

багажа. Простои ВС и пассажиров, задержки и отмены ПР, снижают экономические показатели АК, регулярность и безопасность полетов.

Для использования потенциала рынка перевозок и ПВС АК необходимо оценить и обеспечить потребные количества элементов ОУ.

Потребные количества элементов АК и НК определяются в зависимости от вида и $\lambda_{\text{вс}}$ и $\lambda_{\text{пасс}}$ по алгоритмам [1]. Так, оптимизация числа ВС, ЭК и БПП выполняется путем решения комплекса задач, в который входят: оптимизация расстановки ВС по ВЛ, задача "о назначениях", оптимизация графиков оборота ВС, ЭК и БПП, оценка риска реализации планов и графиков оборотов [1, с.93-95]. Оптимизацию элементов НК может быть выполнена алгоритмами и математическими моделями теории массового обслуживания [1] или компьютерными имитационными моделями [2].

Общность АК и НК должна способствовать полной реализации потенциалов рынка перевозок и ПВС, путем обеспечения выполнения всех ПР в течение всего года и особенно в период интенсивных перевозок.

Задача 5 посвящена поиску наиболее интенсивного периода работы базового АП, обслуживающий **фактический** ПВС, который берется в качестве расчетного. Искомыми в ней являются пиковые $\lambda_{\text{вс}}$ и $\lambda_{\text{пасс}}$, необходимые для оценки достаточности ресурсов, оптимизации облика и поиска "узких мест". Исходными данными для решения задачи 5 является план табл.2.16 и другие результаты решения задачи 4.

Методика оптимизации числа элементов НК зависит от вида системы массового обслуживания, к которым они относятся.

Предварительно оценим $\max \lambda_{\text{вс}}$ поступления ВС в аэропорт базирования. Для этого оценим количество ПР за которое можно выполнить, например, 183 млн.ткм. на ИЛ-96м по ВЛ 1 длиной 7500 км.

Время полета до конечного аэропорта i -го ВС по j -й ВЛ равно

$$t_{ij} = L_{\text{вл}j} / V_{\text{р}ij} = 7500 / 896 = 8.63 \text{ ч} , \quad (2.25)$$

где $V_{p_{ij}}$ - рейсовая скорость i -го типа ВС на j -й ВЛ.

Рейсовую скорость $V_{p_{ij}}$ определяем с учетом числа посадок и потерь времени на взлет и посадку

$$V_{p_{ij}} = \frac{L_{ВЛ_j} V_{кр_i}}{L_{ВЛ_j} + N_{п_j} * dt_j * V_{кр_i}} = \frac{7500 * 900}{7500 + 1 * 0.3 * 900} = 869 \text{ км/ч.} \quad (2.26)$$

где $V_{кр_i}$ - крейсерская скорость ВС i -го типа;

$N_{п_j}$ - число посадок при выполнении рейса по j -й ВЛ;

$dt_j \sim 0.3$ - время набора высоты и снижения при взлете-посадке.

Поскольку время парного рейса $t_{пр_{ij}} = 2t_{р_{ij}} = 8.63 * 2 = 17.27$ ч., а производительность ВС за парный рейс $A_{пр} = A_{экч_i} * f_{кзi} * t_{пр_{ij}} = 34000 * 0.65 * 17.27 = 381593$ ткм., то количество ПР, необходимых для выполнения 183 млн.ткм равно

$$N_{пр_{12}} = \frac{Q_{пр_{ij}}}{A_{пр}} = \frac{183000000}{381593} \sim 480 \text{ (п.р.).} \quad (2.27)$$

Аналогично находим количества ПР каждого i -го типа ВС по каждой j -й ВЛ $N_{пр_{ij}}$ и записываем их в табл.2.19.

Аэропортам РФ характерна неравномерность распределения объемов работы в течение года, недели и суток, индивидуальные для каждого АП. Предлагаемые для расчетов в табл.6, 7, 8 Приложения I неравномерности одинаковы во всех вариантах КР.

Таблица 2.19.
Годовой план парных рейсов фактическим парка ВС

ВС \ ВЛ	1	2	3	4	5	6	7	ПР	НГ	НЭК	Н1вс
Ил-96м (3)	480	249	0	0	0	0	0	729	12590	24	8
Ту-214 (6)	0	169	0	825	893	0	0	1887	25541	49	-8
Ту-204м(12)	0	0	798	0	1073	0	1741	3612	33631	64	5
Ту-334 (10)	8	0	1317	0	0	3094	0	4419	27227	52	5
$L_{ВЛ_j}$	7500	7500	3000	6600	4100	2000	3580	-			
Всего								17789			

Используя данные табл.2.19, определяем годовой налет часов $H_{г_j}$ и требуемую численность экипажей $N_{эк_j}$ по всем $j=1,m$ типам ВС, а также число экипажей $N_{эк_j}$ на 1 ВС j -го типа. Так налет часов Ил-96м равен

$$N_{г_{j=ил-96v}} = \sum_{i=1}^{N_{вл}} N_{пр_i} * t_{пр_i} \quad 480*17.27 + 249*17.27 = 12590 \text{ ч} \quad (2.28)$$

где $N_{пр_{ij}}$ - количество парных рейсов на j -м типе ВС по i -й ВЛ;

$t_{пр_{ij}}$ - продолжительность парного рейса на j -м типе ВС по i -й ВЛ.

Количество экипажей для ВС j -го типа Ил-96м определяется как

$$N_{эк_j} = \frac{K_1 * N_{г_j}}{N_s} = \frac{1.15 * 12590}{600} \approx 24 \text{ экипажей} \quad (2.29)$$

Количество экипажей для 1-го ВС j -го типа определяется как

$$N_{j1вс} = \frac{N_{эк_j}}{N_{1вс}} = \frac{24}{3} \approx 8 \text{ экипажей} \quad (2.30)$$

Аналогично найденные $N_{г_j}$, $N_{эк_j}$, $N_{j1вс}$ для остальных типов ВС приведены в табл.2.29.

Умножив $N_{пр_{г_{ij}}}$ табл.2.19 на %% неравномерности табл.6 Приложения I, получаем план ПР по месяцам года, приведенный в табл.2.20.

Таблица 2.20.

Месячный план выполнения парных рейсов фактическим парком ВС

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Итого
%% г.	6	5	6	8	9	10	11	14	11	8	6	6	ПР
Ил-96м	44	36	44	58	66	73	80	102	80	58	44	44	729
Ту-214	113	94	113	151	170	189	208	264	208	151	113	113	1887
Ту-204м	217	181	217	289	325	361	397	506	397	289	217	217	3612
Ту-334	265	221	265	354	398	442	486	619	486	354	265	265	4419
Итого:	639	532	639	852	958	1065	1171	1491	1171	852	639	639	10647

Таким образом, согласно табл.2.20 в месяц-пик АК должна выполнить **1491** ПР. Далее распределяем ПР между ВС и ВЛ, умножая $N_{пр_{г_{ij}}}$ табл.2.20 на 0.14 и записывая $N_{пр_{м_{ij}}}=N_{пр_{г_{ij}}}*0.14$ в табл.2.21. Так, например, число ПР в месяц-пик на Ил-96 по 1-й ВЛ равно $N_{пр_{м_1}}=480*0.14 \sim 67$.

Таблица 2.21.

План парных рейсов в месяц-пик

ВС \ ВЛ	1	2	3	4	5	6	7	ПР
Ил-96м	67	35	0	0	0	0	0	102
Ту-214	0	24	0	116	125	0	0	264
Ту-204м	0	0	112	0	150	0	244	506
Ту-334	1	0	184	0	0	433	0	619
Всего								1491

Число ПР в неделю-пик находим, исходя из того, что недельные объемы работ \sim равны друг другу и $N_{прн}=N_{рмп}/4$ (см. табл.2.22. Так, $N_{прн}$ в неделю-пик для Ил-96м по 1й ВЛ равно $N_{прн}=67*0.25\sim 17$.

Таблица 2.22.
План парных рейсов в неделю-пик

ВС\ВЛ	1	2	3	4	5	6	7	ПР
Ил-96м	17	9	0	0	0	0	0	26
Ту-214	0	6	0	29	31	0	0	66
Ту-204м	0	0	28	0	38	0	61	126
Ту-334	0	0	46	0	0	108	0	155
Всего								377

Число ПР в сутки-пик (пятницу, субботу и воскресенье) согласно табл.7 Приложения I равно 20% недельного объема работ. Записываем их в табл.2.23. Так, на Ил-96м по ВЛ1 в сутки-пик будет выполнено $17*0.20\sim 3$ ПР.

Таблица 2.23.
План парных рейсов в сутки-пик

ВС\ВЛ	1	2	3	4	5	6	7	ПР
Ил-96м	3	2	0	0	0	0	0	5
Ту-214	0	1	0	6	6	0	0	13
Ту-204м	0	0	6	0	8	0	12	25
Ту-334	0	0	9	0	0	22	0	31
Всего								74

Число ПР, убывающих из АП на i -м ВС по j -й ВЛ в час-пик определяем по табл.8 Приложения I, равным 18% от объема работы в сутки-пик. Результаты в табл.2.24.

Таблица 2.24.
Парные рейсы в час-пик

ВС\ВЛ	1	2	3	4	5	6	7	ПР
Ил-96м	1	0	0	0	0	0	0	1
Ту-214	0	0	0	1	1	0	0	2
Ту-204м	0	0	1	0	1	0	2	4
Ту-334	0	0	2	0	0	4	0	6
λ вс								13

Число пассажиров, убывающих из АП на i -м ВС по j -й ВЛ в час-пик равно $N_{пас_{ij}}=0.18*N_{р_{ij}}*N_{кр_i}*φ_{кзi}$ Результаты в табл.2.25.

Таблица 2.25.

Пассажиры, вылетающие в час-пик

ВС \ ВЛ	1	2	3	4	5	6	7	Пасс
Ил-96м	195	0	0	0	0	0	0	195
Ту-214	0	0	0	137	137	0	0	274
Ту-204м	0	0	139	0	137	0	278	554
Ту-334	0	0	130	0	0	260	0	390
λ пасс								1413

Итог решения задачи 5: $УР_5 \rightarrow \{\text{расчетные } \lambda_{\text{вс}}=13 \text{ вс/ч и } \lambda_{\text{пасс}}=1413 \text{ пасс/ч}\}$.

2.6. Оптимизация облика ОУ

Задача 6 посвящена формированию УР об оптимальном количестве в базовом АП: багажных тележек (БГТ), стоек регистрации (СТР), мест ожидания (МОЖ), тягачей аэродромных (ТГА), мест стоянки ВС (МСТ) и бригад оперативного обслуживания ВС (БОТ).

Задача решается при условии рассмотрения их как систем массового обслуживания (СМО) и использования для оптимизации их численностей моделей теории массового обслуживания. По итогам ее решения, формируется УР по улучшению УС. Например, при нехватке одного из видов каналов СМО, исходя из имеющихся запасов ресурсов, необходимо оценить расходы и результаты ликвидации нехватки. Для оптимизации СМО рекомендуется использовать алгоритмы [1, с.96-105].

Пример решения задачи 6

В качестве примера рассмотрим задачу оптимизации количества аэродромных тягачей. Исходными данными для решения задачи являются: интенсивность поступления ВС на обслуживание в СМО $\lambda_{\text{вс}}$ (в примере $\lambda_{\text{вс}}=13$ (ВС/час)); среднее время обслуживания заявки $t_{\text{об}}=0.167$ ч (10 мин.); средние потери от простоя ВС за час $c_{\text{оз}}=10$ ден.ед.; средние потери от простоя канала за час $c_{\text{ок}}=5$ ден.ед.; часовые эксплуатационные расходы канала $c_3=2$ ден.ед. Стоимости, а также величины $c_{\text{оз}}$, $c_{\text{ок}}$ и c_3 для вышеуказанных видов СМО приведены в табл.13. Приложение I. Оптимальное количество каналов

в СМО обеспечивает \min затраты-потери $C_s(N_k)$ - функции параметров СМО и заданного числа каналов $n = N_k$:

Шаг 1. Интенсивность обслуживания одной заявки

$$\lambda = 1 / t_{об} = 1/0.16666 = 6 . \quad (2.31)$$

где $t_{об}=0.16666$ (~10 мин) - среднее время обслуживания заявки.

Шаг 2. Коэффициент загрузки канала $\alpha = \lambda / \mu = 13/6 = 2.167$, (2.32)

где $\lambda = 13$ - интенсивность потока заявок;

$\mu = 6$ - интенсивность обслуживания заявок.

Шаг 3. Начальное количество каналов должно обеспечивать выполнение условия $(n - \alpha) > 0$ $n = \text{int}(2.167 + 0.5) = \lfloor 2.667 \rfloor = 3$. (2.33)

Шаг 4. коэффициент загрузки СМО

$$\rho = \lambda / (n \mu) = 13 / (3 * 6) = 0.722 . \quad (2.34)$$

Шаг 5. Вероятность того, что все каналы свободны и ждут ВС

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^{n-1} \frac{\alpha^k}{k!} + \frac{\alpha^n}{(n-1)!(n-\alpha)}} = 0.085 , \quad (2.35)$$

(при $\alpha/n < 1$)

где k - текущее количество занятых каналов СМО.

Шаг 6. Вероятность занятости всех каналов обслуживанием ($k > n$)

$$\pi = \frac{\alpha^n P_0}{(n-1)!(n-\alpha)} = 0.528 . \quad (2.36)$$

Шаг 7. Среднее время ожидания начала обслуживания каждым ВС

$$t_{ож} = \pi \frac{t_{об}}{(n - \alpha)} = 0.11 . \quad (2.37)$$

Шаг 8. Среднее количество ВС, ожидающих обслуживание равно

$$N_o = \pi \alpha / n(1 - \alpha/n)^2 = 5.0 . \quad (2.38)$$

Шаг 9. Вероятность нахождения на обслуживании n ВС

$$p_n = \alpha^n * p_0 / k! = 0.079 . \quad (2.39)$$

Шаг 10. Среднее количество ВС на обслуживании

$$n_{вс} = N_o + \frac{n p_n}{(1-\alpha/n)} + p_0 \sum_{k=1}^{n-1} \frac{\alpha^k}{(k-1)!} = 6.28 . \quad (2.40)$$

Шаг 11. Среднее число не работающих каналов СМО

$$N_{\pi} = p_0 \sum_{k=0}^{n-1} \frac{n-k}{k!} \alpha^k = 0.8 \quad (2.41)$$

Шаг 12. Среднее количество занятых каналов $N_3 = n - N_{\pi} = 2$. (2.42)

Шаг 13. Суммарные затраты-потери

$$c_s(n) = (c_{oz} \lambda t_{ож} + c_{ок} N_{\pi} + c_3 n) t = 22 \text{ ден.ед.} \quad (2.43)$$

где $t=1$ – длина расчетного периода (ч).

Увеличиваем n на 1 единицу и повторяем Шаги 5-13, пока $c_s(n)$ не начнет возрастать. Результаты расчетов в табл.2.28. Min величина $c_s(n)=17.7$ соответствует оптимальному числу каналов в СМО $n=6$.

Таблица 2.28.

Оптимизация СМО

p_0	π	p_n	$t_{ож}$	N_0	$n_{вс}$	n	N_{π}	N_3	$c_s(n)$
0.085	0.528	0.079	0.11	5.0	6.28	3	0.8	2	22
0.108	0.219	0.043	0.02	0.6	2.25	4	1.8	2	16
0.113	0.080	0.016	0.00	0.1	2.03	5	2.8	2	19
0.114	0.094	0.005	0.00	0.0	2.09	6	3.8	2	19

График $c_s(n) = F(n)$ показан на рис.2.1. На рис.2.1 и в табл.2.28 видно, что первоначальная величина $c_s(n)=22$ для $n=3$ уменьшилась до $c_s(n)=17$ для $n=4$, а затем начала увеличиваться $c_s(n)=19$ для $n=5$. Это означает, что min $c_s(n)$ имеет место при $n=3$. Число каналов $n=3$ - оптимальное число аэродромных тягачей (каналов).

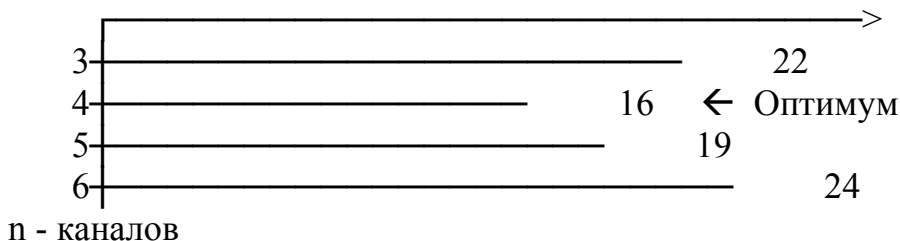


Рис.2.1 График $c_s(n) = F(n)$ для оптимального числа ТГА

Аналогичным образом оптимизируются количества БГТ, СТР, МОЖ, МС и БОТ. Результаты оптимизации численности БГТ, СТР, МОЖ, ТГА, МС и БОТ записаны в табл.2.29.

Таблица 2.29.

Итоги оптимизации СМО

Вид СМО	Усл.об.	Цена	Нопт	Nф	ΔN_i	ΔC_i
		тыс. \$	шт.	шт.	шт.	тыс.\$
Тягачи аэродромные Места стоянки ВС Бригады оперативного ТО	ТГА	500	4	3	1	500
	МСТ	500	20	25	0	0
	БОТ	300	12	10	2	600
Багажные тележки Стойки регистрации Места в зале ожидания	БГТ	0.3	712	600	112	33.6
	СТР	3.0	52	50	2	6.0
	МОЖ	0.5	359	350	9	4.5
Итого						1144.1

Из табл. 2.29 формируется $УР_6$ {необходимо позаботиться об увеличении численности ТГА, БОТ, БГТ, СТР, МОЖ в базовом АП на ΔN_i (табл.2.29) общей стоимостью 1144.1 млн.\$ }.

2.7. Оценка потребности в ресурсах и формирование итогового УР

Задача 7 посвящена оценке потребности в ресурсах и достаточности их запасов, необходимых для полного удовлетворения спроса на авиаперевозки.

Решая задачу 7, необходимо оценить достаточность для выполнения заданного объема перевозок:

- 1) парка ВС;
- 2) экипажей;
- 3) каналов СМО в базовом АП;
- 4) оборотных средств;
- 5) инвестиций.

По окончании решения задач 1 – 7 **формируется итоговое УР**. С этой целью необходимо:

- а) обобщить итоги решения задач 1-7;

б) сформулировать итоговое, творческое комплексное, нетиповое УР, способное улучшить УС.

Итоговое УР должно быть основано на результатах расчетов, выполненных в КР. В него, например, могут быть включены предложения об изменении парка ВС, о численности экипажей, об облике НК базового АК и т.д.

Каждое предложение должно сопровождаться указанием:

- 1) расходов запасов ресурсов АК, связанных с его реализацией;
- 2) результатов, которые могут быть получены в результате его реализации;
- 3) расходов необходимых ресурсов из запасов АК;
- 4) денежной выгоды от его реализации.

В итоговом УР должен быть указан оптимальный состав парка ВС, способный дать более высокую прибыль, чем фактический парк ВС. Например, по итогам решения задач 1-7 примеров можно сделать вывод что парк, состоящий из 5-ти Ил-96м, 5-ти Ту-214м, 10-ти Ту-204м и 6-ти Ту-334 даст прибыли 6412 млн. руб., что в 2.73 раза больше, чем 2347 млн.руб., прибыли которую даст на той же сети ВЛ фактический парк ВС, состоящий их 3-х Ил-96м, 6-ти Ту-214м, 12-ти Ту-204 и 10-ти Ту-334.

Как известно, для изменения структуры парка ВС необходимо неоптимальные типы ВС и поменять на оптимальные. Для этой операции необходимы лицензии, инвестиции и субъекты, готовые продать, купить или взять в лизинг ВС. В качестве продавцов или лизингодателей выступают студенты, чьи варианты КР имеют избыток одних и потребность в других ВС, которые имеют активы на своих счетах, лишние экипажи и другие необходимые ресурсы.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Исходные данные к выполнению КР

Таблица 1.

Количество (в шт.) и типы самолетов в парке ВС АК

Типы ВС	Вариант										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ил-96-300	4	5	2	2	4	3	3	6	1	5	3
Ту-214	6	4	10	4	6	7	6	7	4	11	8
Ту-204М	18	9	19	28	11	18	13	20	18	6	19
Ту-334	10	9	11	6	8	6	1	4	14	7	1
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ил-96-300	1	1	6	1	3	2	1	1	1	4	1
Ту-214	2	9	5	8	3	4	5	4	6	4	4
Ту-204М	33	13	11	17	22	19	29	23	34	21	22
Ту-334	14	5	14	8	18	6	2	2	16	21	3
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Ил-96-300	2	1	2	3	6	3	2	8	5	1	1
Ту-214	4	9	5	6	1	5	16	5	6	4	11
Ту-204М	14	11	11	15	7	20	10	11	12	12	4
Ту-334	29	3	17	13	22	8	10	7	6	4	6

Таблица 2.

Летно-технические характеристики ВС

Тип ВС	А эк/ч	Нг	Аг	Свс	Гто	Гкмх	Gklm	Veko	Nкр	Тпод	Vкр
	ткм/ч	ч	млн. ткм	Млн \$	т/ч	т	т	км/ч	шт.	ч.	км/ч
Ил-96-300М	34000	4200	142.8	45	7.7	40.0	20.0	850	300	2.0	900
Ту-214	20000	4250	85.0	30	5.0	25.2	20.0	850	210	2.0	850
Ту-204М	17200	2800	48.2	28	4.2	21.0	13.0	810	214	1.0	828
Ту-334	10000	2800	28.0	25	2.0	9.0	3.0	800	100	1.0	830
Ил-114	2820	2000	5.6	10	1.2	6.0	1.5	470	64	1.0	500

В примере курс \$ принят по данным на 21.04 2005 равным 27.8 руб за 1 \$.

Таблица 3.

Прогнозы спроса на авиаперевозки (млн.ткм.) по (1-6)-й ВЛ

		Варианты									
ВЛ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	183	83	218	237	37	245	66	239	134	146	53
2	135	154	295	153	179	305	196	45	48	170	101
3	118	126	119	220	50	64	36	234	197	172	158
4	173	108	180	145	127	91	109	75	21	79	436
5	238	191	134	254	295	21	232	339	40	219	36
6	109	146	292	91	22	185	158	217	204	109	158
		Варианты									
ВЛ	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	74	44	191	77	170	30	164	165	114	158	20
2	186	195	169	250	26	142	60	60	282	408	44
3	239	113	70	227	245	109	157	163	146	208	107
4	204	36	144	177	107	117	134	138	243	251	120
5	171	196	194	104	113	100	131	130	256	21	293
6	167	137	177	84	192	110	177	118	221	260	244
		Варианты									
ВЛ	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1	210	32	195	197	27	130	121	109	109	105	183
2	263	52	44	210	179	201	441	218	177	45	42
3	110	30	118	140	149	90	203	130	140	28	33
4	139	28	167	115	192	249	171	234	199	63	64
5	240	294	98	211	156	323	177	118	118	79	79
6	193	65	177	122	118	120	190	124	215	118	118

Таблица 4.

Протяженность (1-7)-й воздушных линий (км)

ВЛ	Варианты										
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7500	7500	7510	2020	2530	3040	4600	3080	4699	2150	2040
2	7500	7500	7510	7520	4659	4410	6510	4620	2530	2040	7560
3	3000	3000	3000	3500	7500	3500	2500	2100	7000	7500	4699
4	6600	6600	4151	4913	4650	2114	2000	3051	2000	2561	3500
5	4100	4100	2501	4109	3008	7506	3503	7401	3502	3503	4094
6	2000	2000	2010	2540	2130	4136	7500	7550	3040	4647	3302
7	3580	3580	4900	4980	3570	3060	2550	3560	7070	3080	7090

Продолжение табл.4.											
ВЛ	Варианты										
2	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	2650	2000	2040	7230	2020	6010	3020	7530	7500	4250	4170
2	4655	7540	2530	4220	6250	7330	3040	2070	2100	7550	4700
3	4700	3500	7500	2500	2500	2000	3500	3500	3520	4190	7500
4	7564	4640	2065	6500	4644	4200	2042	2500	2513	2500	2700
5	2105	3006	7500	2007	7580	4208	7500	7508	7509	2008	2180
6	4701	2020	2530	4540	3555	7520	2503	4203	4220	3010	3330
7	2780	3070	4060	6550	2570	3060	4220	3080	3060	3050	2160
ВЛ	Варианты										
3	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1	1536	3263	2000	7500	4130	2040	3090	2080	2130	2150	4040
2	1500	5000	3000	3400	7510	6010	5510	4120	2530	3440	2160
3	2500	4100	3500	3800	2500	3500	2120	5500	3500	3500	3600
4	4150	2500	2000	3500	3400	7000	7000	3051	7500	7361	2300
5	7500	2080	7508	7500	2100	2506	3503	3401	4092	4073	7004
6	3500	7500	2523	4130	3530	4120	4100	7550	7740	7503	5002
7	2580	2070	4160	2130	7570	2060	3550	4160	7870	7680	3590

Таблица 5.

Динамика критического фактора x_2

Варианты											
Годы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	18	26	88	105	29	33	101	132	13	32	93
2	35	37	89	115	58	42	102	144	27	43	95
3	53	47	91	127	88	52	103	157	41	55	97
4	71	58	92	139	119	61	104	171	57	66	99
5	89	69	93	153	150	71	105	186	72	77	102
6	107	80	95	168	180	80	106	203	88	89	104
7	125	90	96	185	211	90	108	221	104	100	106
8	143	101	97	204	243	99	109	241	121	112	108
9	161	112	99	224	274	109	110	263	137	123	110
10	179	122	100	247	305	118	111	287	154	134	113
Варианты											
Годы	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	120	23	48	82	24	32	59	71	36	42	100
2	131	51	56	83	28	73	68	73	43	86	110
3	143	83	63	84	34	119	76	74	51	129	119
4	155	117	71	86	40	168	85	75	60	174	129
5	169	153	79	87	48	219	94	77	72	218	139
6	185	190	87	88	57	272	103	78	85	262	149
7	201	228	94	90	68	326	111	79	102	307	158
8	219	267	102	91	81	382	120	81	121	352	168
9	239	307	110	92	96	440	129	82	144	397	178
10	261	348	117	94	114	499	137	83	171	442	187

Продолжение табл.5.											
Варианты											
Годы	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1	52	55	32	18	22	50	62	40	16	25	58
2	53	60	67	22	58	58	63	52	34	37	59
3	54	65	102	27	102	65	64	67	52	48	60
4	56	71	138	33	152	73	65	86	71	60	62
5	57	77	174	41	208	80	67	111	91	72	63
6	59	84	211	50	268	88	68	144	110	83	64
7	60	92	248	61	332	96	70	185	130	95	65
8	61	100	286	74	400	103	71	239	150	107	67
9	63	109	323	90	471	111	72	309	170	118	68
10	64	119	361	110	545	118	74	398	190	130	69

Таблица 6.

Динамика Q_7 (млн.ткм.) и критических факторов x_1 и x_2

Q_7	-	x_1	x_2	Q_7	-	x_1	x_2	Q_7	-	x_1	x_2
Вариант 1				Вариант 2				Вариант 3			
401	1	6	71	213	1	10	58	210	1	30	91
405	1	8	89	234	1	12	69	220	1	32	92
409	1	10	107	256	1	13	80	240	1	35	93
412	1	12	125	265	1	14	90	260	1	37	95
417	1	14	143	287	1	13	101	270	1	36	96
421	1	16	161	294	1	12	112	280	1	34	99
467	1	23	179	305	1	11	122	294	1	33	100
?.	1	27	?.	?.	1	10	?.	?.	1	32	?.
Вариант 4				Вариант 5				Вариант 6			
211	1	32	127	412	1	35	119	331	1	48	52
222	1	34	139	424	1	44	150	344	1	46	61
233	1	36	153	436	1	46	180	357	1	44	71
245	1	38	168	448	1	48	211	369	1	42	80
255	1	36	185	450	1	46	243	382	1	40	99
267	1	34	204	462	1	49	274	393	1	38	109
278	1	32	247	475	1	52	305	408	1	34	118
?.	1	30	?.	?.	1	50	?.	?.	1	32	?.
Вариант 7				Вариант 8				Вариант 9			
202	1	24	104	412	1	20	157	412	1	19	57
204	1	25	105	424	1	20	171	424	1	24	72
208	1	26	106	434	1	19	186	438	1	27	88
213	1	27	108	446	1	19	203	443	1	29	104
216	1	27	109	454	1	20	241	456	1	31	121
221	1	26	110	466	1	19	263	461	1	29	137
233	1	25	111	478	1	19	287	472	1	27	154
?.	1	24	?.	?.	1	20	?.	?.	1	23	?.

								Продолжение табл.6.			
Вариант 10				Вариант 11				Вариант 12			
408	1	22	66	308	1	22	97	561	1	22	155
414	1	24	77	314	1	24	99	545	1	24	169
421	1	26	89	321	1	29	102	529	1	26	185
430	1	28	100	330	1	28	104	513	1	28	201
446	1	33	112	346	1	30	106	496	1	29	219
461	1	28	123	361	1	28	110	480	1	28	239
480	1	25	134	380	1	23	113	466	1	25	261
?.	1	23	?.	?.	1	27	?.	?.	1	23	?.
Вариант 13				Вариант 14				Вариант 15			
459	1	18	83	559	1	21	71	229	1	17	84
447	1	22	117	547	1	22	79	237	1	20	86
435	1	25	153	534	1	23	87	240	1	28	87
423	1	28	190	521	1	20	94	251	1	22	88
411	1	30	228	512	1	19	102	262	1	28	90
398	1	33	267	506	1	12	110	276	1	20	92
386	1	35	307	499	1	12	117	280	1	28	94
?.	1	37	?.	?.	1	11	?.	?.	1	32	?.
Вариант 16				Вариант 17				Вариант 18			
512	1	14	34	412	1	10	168	420	1	36	85
524	1	17	48	424	1	12	219	430	1	41	94
532	1	16	57	432	1	13	272	440	1	44	103
544	1	16	68	444	1	15	326	450	1	45	111
562	1	12	81	462	1	18	382	460	1	47	120
575	1	11	96	474	1	20	440	470	1	50	129
587	1	13	114	483	1	20	499	480	1	51	137
?.	1	11	?.	?.	1	23	?.	?.	1	52	?.
Вариант 19				Вариант 20				Вариант 21			
380	1	22	75	590	1	28	60	397	1	28	174
370	1	25	77	580	1	30	72	388	1	30	218
360	1	27	78	570	1	32	85	379	1	32	262
350	1	29	79	560	1	36	102	361	1	36	307
340	1	30	81	550	1	38	121	352	1	37	352
330	1	31	82	540	1	41	144	343	1	35	397
315	1	26	83	530	1	44	171	334	1	33	442
?.	1	24	?.	?.	1	47	?.	?.	1	31	?.
Вариант 22				Вариант 23				Вариант 24			
295	1	28	119	295	1	27	56	401	1	6	71
286	1	30	129	286	1	25	57	405	1	8	77
273	1	32	139	273	1	23	59	409	1	10	84
262	1	36	149	262	1	21	60	412	1	12	92
253	1	37	158	253	1	20	61	417	1	14	100
244	1	35	178	244	1	19	63	421	1	16	109
232	1	33	187	232	1	17	64	467	1	23	119
?.	1	31	?.	?.	1	15	?.	?.	1	27	?.

								Продолжение табл.6			
Вариант 25				Вариант 26				Вариант 27			
213	1	10	138	213	1	9	33	311	1	9	152
234	1	12	174	234	1	13	41	332	1	12	208
256	1	13	211	256	1	19	50	353	1	14	268
265	1	14	248	265	1	22	61	364	1	15	332
287	1	13	286	287	1	22	74	382	1	16	400
294	1	12	323	294	1	18	90	393	1	12	471
305	1	11	361	305	1	13	110	406	1	11	545
?.	1	10	?.	?.	1	12	?.	?.	1	9	?.
Вариант 28				Вариант 29				Вариант 30			
112	1	10	73	113	1	30	65	413	1	10	86
134	1	12	80	134	1	32	67	434	1	12	111
154	1	13	88	151	1	33	68	456	1	13	144
166	1	14	96	175	1	35	70	475	1	14	185
188	1	16	103	189	1	36	71	497	1	13	239
195	1	14	111	218	1	28	72	514	1	12	309
203	1	12	118	234	1	33	74	535	1	11	398
?.	1	10	?.	?.	1	29	?.	?.	1	10	?.
Вариант 31				Вариант 32				Вариант 33			
213	1	10	71	213	1	10	60	313	1	10	62
234	1	12	91	234	1	12	72	334	1	12	63
256	1	13	110	256	1	13	83	356	1	13	64
265	1	14	130	265	1	14	95	365	1	14	65
287	1	13	150	287	1	13	107	387	1	13	67
294	1	12	170	294	1	12	118	394	1	12	68
305	1	11	190	306	1	11	130	405	1	11	69
?.	1	10	?.	?.	1	10	?.	?.	1	10	?.

**Таблица 7.
Доходы, расходы и прибыль, получаемые от перевозки 1 ткм.**

	500 км.	1000 км.	1500 км.	2000 км.	2500 км.	3000 км.	3500 км.
Доходы							
Ил-96-300	0.0	0.3	1.7	2.3	4.0	9.0	12.3
Ту-214	0.0	0.3	3.0	6.7	9.3	12.7	14.3
Ту-204м	0.0	6.7	9.3	12.0	15.3	16.7	15.3
Ту-334	3.3	8.0	11.7	15.0	8.3	5.0	0.0
Ил-114	4.0	8.3	10.0	6.7	2.7	0.0	0.0
Расходы							
Ил-96-300	66.7	50.0	41.7	33.3	30.0	26.7	23.3
Ту-214	50.0	33.3	30.0	25.0	20.0	15.0	13.3
Ту-204м	26.7	23.3	18.3	16.7	10.0	11.7	13.3
Ту-334	11.7	10.0	8.3	11.7	13.3	16.7	20.0
Ил-114	10.0	8.3	8.3	10.0	13.3	23.3	30.0
Прибыль							
Ил-96-300	-66.7	-49.7	-40.0	-31.0	-26.0	-17.7	-11.0
Ту-214	-50.0	-33.0	-27.0	-18.3	-10.7	-2.3	1.0
Ту-204м	-26.7	-16.7	-9.0	-4.7	5.3	5.0	2.0
Ту-334	-8.3	-2.0	3.3	3.3	-5.0	-11.7	-20.0
Ил-114	-6.0	0.0	1.7	-3.3	-10.7	-23.3	-30.0

	4000 км.	4500 км.	5000 км.	5500 км.	6500 км.	7500 км.	8000 км.
Доходы							
Ил-96-300	14.7	15.0	16.3	17.7	18.3	21.0	22.0
Ту-214	15.0	15.7	16.3	17.7	18.3	13.3	2.3
Ту-204М	16.0	10.0	5.0	0.7	0.0	0.0	0.0
Ту-334	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ил-114	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Расходы							
Ил-96-300	20.0	16.7	13.3	15.7	11.7	10.0	13.3
Ту-214	11.7	15.0	18.3	20.0	21.7	23.3	26.7
Ту-204М	16.7	13.3	33.3	36.7	40.0	50.0	66.7
Ту-334	23.3	28.3	33.3	50.0	58.3	83.3	100.0
Ил-114	40.0	50.0	66.7	83.3	91.7	100.0	116.7
Прибыль							
Ил-96-300	-5.3	-1.7	3.0	2.0	6.7	11.0	8.7
Ту-214	3.3	0.7	-2.0	-2.3	-3.3	-10.0	-24.3
Ту-204М	-0.7	-3.3	-28.3	-36.0	-40.0	-50.0	-66.7
Ту-334	-23.3	-28.3	-33.3	-50.0	-58.3	-83.3	-100.0
Ил-114	-40.0	-50.0	-66.7	-83.3	-91.7	-100.0	-116.7

Таблица 8.

Сезонная неравномерность распределения объемов перевозок

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Итого
% Q	6	5	6	8	9	10	11	14	11	8	6	6	100%

Таблица 9.

Недельная неравномерность распределения объемов работ

День недели	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота	Воскресенье
%% Qн	11	9	9	11	20	20	20

Таблица 10.

Суточная неравномерность распределения объемов работ

Время	0 6	6 8	8 10	10 12	12 14	14 16	16 18	18 20	20 22	22 24
%% Qс	0	5	5	18	13	15	13	18	7	6

Таблица 11.

Количество багажных тележек (БГТ), стоек регистрации пассажиров (СТР) и мест ожидания (МОЖ) в базовом АП

Вар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
БГТ	900	700	1000	1000	800	900	700	900	900	700	800
СТР	70	50	70	80	60	60	50	70	60	50	60
МОЖ	400	300	500	500	400	400	300	500	400	400	400
Вар	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
БГТ	1000	700	800	900	1000	700	1000	700	1400	1000	800
СТР	80	50	60	60	70	50	60	50	90	80	60
МОЖ	400	300	400	400	500	350	400	300	500	600	400
Вар	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
БГТ	1000	500	700	800	900	800	900	800	700	500	500
СТР	50	40	50	60	70	60	60	50	50	40	40
МОЖ	400	200	300	400	500	400	400	400	400	200	300

Таблица 12.

Количество тягачей аэродромных (ТГА), мест стоянки ВС (МСТ), бригад оперативного обслуживания ВС (БОТ) на перроне базового АП

Вар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТГА	4	4	5	4	5	3	2	3	4	3	3
МСТ	25	20	25	25	20	25	20	25	25	25	25
БОТ	15	15	15	15	15	15	10	10	15	15	10
Вар	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ТГА	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	3
МСТ	30	25	25	20	25	20	20	25	35	30	25
БОТ	20	15	13	12	15	10	13	10	20	25	10
Вар	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
ТГА	5	5	3	3	5	3	4	3	4	2	5
МСТ	25	20	20	20	25	20	25	15	15	20	20
БОТ	17	10	15	10	20	10	15	10	10	10	15

Таблица 13.

Технико-экономические параметры СМО

Вид СМО	Усл.об.	Цена	$c_{оз}$	$c_{ок}$	$c_э$	$t_{об}$
		тыс. \$	ден. ед.			ч
Тягачи аэродромные Места стоянки ВС Бригады оперативного ТО	ТГА	500	10	5	2	0.167
	МСТ	500	150	5	1	1.000
	БОТ	300	15	5	5	0.667
Багажные тележки Стойки регистрации Места в зале ожидания	БГТ	0.3	15	2	1	0.500
	СТР	3.0	15	5	3	0.033
	МОЖ	0.5	15	2	1	0.250

Таблица 15.

Запасы ресурсов АК

Вариант	Запас ГСМ	оборотные средства	Вариант	Запас ГСМ	Наличие оборотных средств
1	800000	20000	11	487950	8415
2	705000	14210	12	600000	12000
3	590000	7800	13	630000	10500
4	650000	10000	14	589000	12000
5	550000	12000	15	505000	10800
6	550000	11000	16	650000	15000
7	560000	10000	17	480000	10000
8	520000	9500	18	790000	13000
9	670000	11000	19	472000	8100
10	850000	11800	20	543600	7850

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианов В.В. Алгоритмы методов разработки управленческих решений. Учебное издание. - М.: МГТУ ГА, 2001. - 124 с.
2. Андрианов В.В. Имитационное моделирование сложных систем и процессов ГА: Учебное пособие. - М.: МГТУ ГА, 1995. - 120 с.
3. Андрианов В.В. Многофакторное экономико-математическое моделирование систем и процессов ГА: Учебное пособие. - М.: МГТУ ГА, 1996. - 104с.
4. Андрианов В.В. Организация, планирование и управление производством гражданской авиации. Часть I. "Научные основы управления": Учебное пособие. - М.: МГТУ ГА, 1994. - 92 с.
5. Андрианов В.В. Экономико-математические методы и модели. Часть I: Учебное пособие. - М.: МИИГА, 1993. - 137 с.
6. Андрианов В.В. Экономико-математические методы и модели. Часть II. Компьютерная реализация: Учебное пособие. - М.: МГТУ ГА, 1998. - 104с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	3
1.1. Цели и содержание курсовой работы	3
1.2. Определение номера варианта	4
1.3. Требования к оформлению пояснительной записки	4
2. Методические рекомендации к выполнению курсовой работы.....	5
2.1. Словесное описание постановки задачи КР	5
2.2. Декомпозиция проблемы КР	6
2.3. Моделирование и прогнозирование параметров УС	7
2.3.1. Оценка наличия ложной информации в критическом факторе x_2 ..	7
2.3.2. Однофакторное моделирование и прогнозирование фактора x_2 ...	9
2.3.3. Многофакторное моделирование и прогнозирование Q7.....	10
2.4. Оценка экономического потенциала парка ВС и сети ВЛ	12
2.4.1. Оптимальная расстановка заданного парка ВС на сети ВЛ.....	12
2.4.2. Оценка экономического потенциала рынка авиаперевозок.....	15
2.5. Формирование оптимального облика УС	21
2.6. Оптимизация облика ОУ	26
2.7. Оценка потребности в ресурсах и формирование итогового УР	28
Приложение I. Исходные данные к выполнению КР	31
Литература	39