

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»**

С.А. КРОПИВЕНЦЕВА

**РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ
ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРСКИХ
И ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК**

САМАРА 2014

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

С.А. КРОПИВЕНЦЕВА

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРСКИХ И ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

*Рекомендовано редакционно-издательской комиссией по эксплуатации
и испытаниям авиационной и космической техники
Самарского государственного аэрокосмического
университета имени академика С.П. Королева
в качестве учебного пособия*

САМАРА 2014

УДК СГАУ: 656.017

Составитель С. А. К р о п и в е н ц е в а

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А. И. Д а н и л и н

Расчет параметров систем обслуживания пассажирских и грузовых перевозок: метод. указания / сост. С.А. Кропивенцева.– Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2014. – 47 с.

Приведены исходные данные и необходимые сведения для расчета основных параметров систем обслуживания пассажирских и грузовых перевозок. Предназначено для проведения практических занятий по курсу «Аэровокзальные и грузовые комплексы».

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки 190700 Технология транспортных процессов (воздушный транспорт).

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Технико-экономическое обоснование увеличения пропускной способности терминального комплекса аэропорта	5
Выбор оптимального метода обслуживания пассажиров в терминальном комплексе аэропорта	9
Определение основных характеристик системы обслуживания вылетающих пассажиров.....	14
Расчет пропускной способности систем внутривокзальной обработки багажа	17
Механизация процессов выдачи багажа	21
Расчет экономической эффективности при переходе от механизированной к полувотоматической системе обработки багажа	24
Неавиационные доходы аэровокзальных комплексов	28
Выбор вида транспорта для доставки багажа к ВС	32
Расчет производительности средств механизации грузового комплекса.....	34
Расчет технологических площадей механизированных грузовых складов	39
Расчет оптимальной численности средств механизации на грузовом дворе аэропорта	43
Библиографический список	46

Технико-экономическое обоснование увеличения пропускной способности терминального комплекса аэропорта

***Цель работы:** Оценить целесообразность инвестиций в расширение пассажирского терминального комплекса аэропорта*

Таблица 1 – Исходные данные для выполнения работы

вариант	$S_{\text{АВК}}, 1\text{м}^2$	$\Pi_{\text{год}}, \text{млн чел}$	$\Pi_{\text{ч}}, \text{чел/час}$	$S 1\text{м}^2, \$$
1	11440	0,7	580	1500
2	11500	0,9	500	1500
3	13250	1	650	1500
4	13080	1,505	600	2000
5	20000	1,7	850	2000
6	22000	1,8	1000	2000

Определить: величину затрат на расширение пассажирского комплекса для обеспечения возрастающего годового пассажиропотока в соответствии с тремя прогнозируемыми сценариями.

Пессимистический сценарий – рост пассажиропотока в год на 3%;

Наиболее вероятный сценарий – на 5%;

Оптимистический сценарий – на 7%.

Расчеты выполнить в предположении, что:

1. Аэропорт обслуживает внутренние рейсы ($S_{\text{н}}=14 \text{ м}^2$);

2. Аэропорт обслуживает значительное число международных перевозок с учетом трансферного пассажиропотока ($S_{\text{н}} =20,4 \text{ м}^2$) и дополнительные площади для трансферных пассажиров, $S'_{\text{н}}$).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Рассчитать прогнозируемый пассажиропоток для трех сценариев до 2025 года.

2. Найти коэффициент пропорциональности для определения часового пассажиропотока.

3. Определить расчетный часовой пассажиропоток для трех сценариев до 2025 года.

4. Найти потребные площади без учета возможных значительных международных перевозок ($s_H = 14 \text{ м}^2$) и с их учетом ($s_H = 20,1 \text{ м}^2$).

5. Найти располагаемую площадь

6. Найти дефицит площадей

7. Найти потребные капиталовложения

8. Сделать выводы:

- В каком году возникнет дефицит площадей при росте пассажиропотока по каждому из сценариев без учета значительных международных перевозок и с их учетом?

- Какой объем капиталовложений потребуется для удовлетворения пассажиропотока, прогнозируемого в 2025 г?

- До какого года позволит обеспечить рост пассажиропотока кредит в \$10 млн?

Результаты расчетов представить в виде таблицы.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Наиболее важными производственно-технологическими характеристиками аэровокзала является его пропускная способность и единовременная вместимость.

Пропускная способность определяется количеством пассажиров, которое аэровокзальный комплекс может обслужить в течение фиксированного интервала времени. Расчеты выполняются для часа пиковой нагрузки – наиболее нагруженного периода суток самого нагруженного месяца в течение года.

Расчет часовой пропускной способности будем выполнять по методу, предложенному службой FAA в США. Часовая пропускная способность связана с годовой пропускной способностью следующей зависимостью:

$$P_{\text{ч}} = \frac{k_{\text{п}}}{100} P_{\text{г}} \quad (1)$$

где $k_{\text{п}}$ – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от годового пассажиропотока и определяется по таблице 2:

Единовременная вместимость – характеристика, учитывающая количество пассажиров и посетителей, одновременно находящихся в здании в момент пиковой нагрузки. Аэровокзал можно представить как совокупность технологических и вспомогательных помещений.

Таблица 2 – Величина коэффициента пропорциональности в зависимости от пассажиропотока

Годовой пассажиропоток, тыс. пасс/год	Коэффициент пропорциональности
< 100	0,12
100-500	0,065
50-1000	0,050
1000-10000	0,040
10000-20000	0,035
>20000	0,030

К основным технологическим зонам, предназначенным для пребывания и обслуживания пассажиров и их багажа в аэровокзале, относятся:

- Зона регистрации вылетающих пассажиров и их багажа
- Зона ожидания регистрации вылетающих пассажиров и провожающих
- Зона ожидания трансферных пассажиров.
- Зона ожидания пассажиров, прошедших досмотр.
- Зона ожидания прилетевших пассажиров и встречающих.

Задача определения площадей технологических зон решается на этапе проектирования нового аэровокзала или на этапе реконструкции действующего, с целью проведения его характеристик к требованиям существующего или прогнозируемого пассажиропотока. Расчет площадей производится для наиболее нагруженного интервала времени. Расчет площадей производится в следующей последовательности:

1. По результатам анализа статистических данных или прогнозируемых оценок выполняется расчет потребной часовой пропускной способности аэровокзала
2. Определяется вместимость основных технологических зон

3. Рассчитываются площади технологических зон.

$$S_{II} = P_q s_H \quad (2)$$

Расчет потребных площадей можно определить, пользуясь нормативами, предложенными FAA и IATA. В прошлом единичные нормы площади для определения размеров аэровокзалов постоянно изменялись. В настоящее время FAA совместно с другими организациями разработали рекомендации, позволяющие обеспечить достаточный уровень комфорта для пассажиров в аэровокзалах в зависимости от потока пассажиров в «час пик». Таким образом, усредненная норма площади на одного пассажира составляет $s_H = 14 \text{ м}^2$.

Весьма вероятно, что рекомендуемые единичные нормы площади для определения общей площади аэровокзала могут оказаться недостаточными для использования при наличии в аэровокзалах значительных международных перевозок. Для таких аэровокзалов, потребная единичная норма площади на одного пассажира в расчетный час составит $20,4-25,1 \text{ м}^2$ ($s_H = 20,4 \text{ м}^2$).

Кроме этого, в аэровокзалах, обслуживающих значительные объемы трансферных перевозок потребуется увеличение площади на 15%. Таким образом, потребные площади находим как

$$S_{II} = P_q s_H + S_{II}' \quad (3)$$

где $S_{II}' = 0,15 P_q s_H$ - площади, учитывающие обслуживание значительного потока трансферных пассажиров.

Выбор оптимального метода обслуживания пассажиров в терминальном комплексе аэропорта

Цель работы: Определить, при каком методе регистрации потребуются меньшее число стоек

Таблица 3 – Исходные данные для выполнения работы

№ варианта		1	2	3	4	5	6
Располагаемое количество стоек регистрации	n	7	6	8	7	10	12
доля пассажиров, проходящих регистрацию в часовом пассажиропотоке	k	50%					
коэфф.,учитывающий наличие пассажиров, регистрирующих несколько билетов	k_{λ}	80%					
порейсовый метод							
интенсивность обслуживания пассажиров при регистрации, пас/мин	V	1					
коэфф.загрузки раб.места по непосредственному обслуживанию пасс.потока	$k_{вр}$	0,9					
коэфф.неравномерности загрузки раб.мест	k_n	0,8					
свободный метод:							
расчетное максимальное время ожидания в очереди мин	t_p	5					
вероятность превышения расчетного времени ожидания фактическим	$P(t_{\phi} > t_p)$	0,05					

Определить:

1 Для трех сценариев прогноза роста пассажиропотока аэропорта определить: до какого года имеющегося количества стоек регистрации будет достаточно для облуживания пассажиров при использовании порейсового метода регистрации.

2 До какого года не потребуется увеличивать количество стоек, если аэропорт перейдет на использование свободного метода регистрации?

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1 Определить интенсивность входящего потока пассажиров для трех сценариев до 2025 года.

2 Определить необходимое количество стоек регистрации при порейсовом методе для трех сценариев до 2025 года.

3 Найти дефицит количества стоек регистрации.

4 Определить, до какого года не потребуется увеличивать количество стоек регистрации, если перейти на использование свободного метода регистрации.

5 Сделать выводы:

– До какого года на располагаемом количестве стоек регистрации возможно применение порейсового метода регистрации?

– На сколько лет переход на свободный метод регистрации позволит отложить процесс реконструкции (увеличение количества стоек регистрации в операционном зале)?

Результаты расчетов представить в виде таблицы:

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ:

Одним из важнейших технологических элементов аэропорта является аэровокзальный комплекс, предназначенный для обслуживания различных категорий пассажиров, встречающих, провожающих лиц, а также случайных посетителей.

Различают следующие категории пассажиров:

– Первоначальные, пассажиры, начинающие перемещение в данном аэропорту,

– Конечные пассажиры, заканчивающие перемещение в данном аэропорту,

– Трансферные пассажиры, выполняющие пересадку с самолета с одного рейса на самолет другого рейса для дальнейшего следования по маршруту перевозки,

– Транзитные пассажиры, делающие кратковременную остановку в аэропорту, следующие далее по маршруту тем же рейсом, каким они прибыли в аэропорт.

Каждая категория пассажиров, требующая различные этапы обслуживания, в сумме образуют единый пассажиропоток. Как правило, соотношение между категориями пассажиров устанавливается на основе статистических данных. Интенсивность входящего пассажиропотока можно определить по формуле:

$$\lambda_{насс} = \Pi_{ч} \cdot k \quad (4)$$

где $\Pi_{ч}$ – часовая пропускная способность аэровокзала; k – доля первоначальных пассажиров, проходящих регистрацию в аэровокзале, в общем пассажиропотоке.

Необходимо учесть, что интенсивность потока пассажиров, проходящих регистрацию, несколько отличается от интенсивности входящего потока. Определение интенсивности потока пассажиров, проходящих регистрацию, выполняется по эмпирической зависимости:

$$\lambda = k_{\lambda} \cdot \lambda_{насс} \quad (5)$$

где k_{λ} коэффициент, учитывающий наличие пассажиров, регистрирующих несколько билетов.

Различают два основных метода регистрации пассажиров: порейсовый и свободный.

Порейсовый метод предусматривает обслуживание пассажиров определенного рейса у определенной стойки регистрации. Оптимальное количество стоек регистрации для обслуживания расчетного часового пассажиропотока определяется по следующей формуле:

$$n^{пор} = \frac{\lambda}{\Pi_{рм} \cdot k_n} \quad (6)$$

где λ – интенсивность потока пассажиров, проходящих регистрацию; k_n – коэффициент неравномерности, учитывающий неравномерность загрузки мест регистрации; $\Pi_{рм}$ – производительность одного места регистрации.

$$\Pi_{рм} = v \cdot k_{сп} \quad (7)$$

где ν – интенсивность обслуживания; k_{ep} – коэффициент загрузки рабочего места во времени работой по непосредственному обслуживанию пассажиропотока.

Свободный метод предполагает обслуживание пассажиров любого из рейсов у любой стойки регистрации в операционном зале. Потребное количество мест регистрации определяется методом итераций по следующему алгоритму:

1. Определяется начальное приближение:

$$n^0 = \left[\frac{\lambda}{\nu} \right] \quad (8)$$

(полученное значение округляется до большего целого значения)

2. Для значения n определяются параметры

P_0 – вероятность того, что все стойки регистрации свободны

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{i=0}^{n-1} \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^n}{n!} \cdot \frac{n}{n-\rho} \right]} \quad (9)$$

где $\rho = \frac{\lambda}{\nu}$ – коэффициент загрузки системы

W – суммарная вероятность того, что все стойки регистрации заняты обслуживанием пассажиров независимо от наличия у каждой из них очереди:

$$W = \frac{\rho^n}{(n-1)!(n-\rho)} \cdot P_0 \quad (10)$$

Вероятность того, что фактическое время ожидания пассажира в очереди может превысить заданное расчетное время:

$$P^n(t_\phi > t_p) = W \cdot e^{-(n\nu-\lambda)t_p} \quad (11)$$

3 Выполняется проверка условия:

$$P^n(t_\phi > t_p) \text{ и } P(t_\phi > t_p).$$

Если условие выполняется, то принятая величина n и является оптимальным количеством стоек регистрации при свободном методе. Если неравенство неверно, то количество стоек увеличивают на 1

$$n^1 = n^0 + 1$$

И расчеты пп. 2-3 повторяются для значения n^1 .

Определение основных характеристик системы обслуживания вылетающих пассажиров

Цель работы: Рассчитать критерии эффективности системы обслуживания вылетающих пассажиров

Таблица 4 – Исходные данные для выполнения работы

Вариант	1		2		3		4		5		6	
Сценарий	5%		5%		5%		5%		5%		5%	
Пч	Для года, в котором возникает дефицит стоек по свободному методу регистрации											
ν	1		1		1		1		1		1	
удельные издержки от простоя требования в очереди	4,5		3,8		3,5		2,8		3		2,6	
удельные издержки от простоя стойки регистрации	4		4,2		4,5		2,5		3		3,1	
n	7	8	6	7	8	9	7	8	10	11	12	13

Определить

1. Параметры качества обслуживания вылетающих пассажиров:
 - Среднее время ожидания заявок в очереди;
 - Средняя длина в очереди;
 - Среднее число требований в системе;
 - Среднее число свободных от обслуживания стоек регистрации;
2. Определить оптимальное с экономической точки зрения число стоек регистрации.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ:

Наряду с оптимизацией планирования коммерческой деятельности авиапредприятий, рационального распределения ресурсов и обоснованного принятия управленческих решений, важное значение имеют вопросы совершенствования технологических процессов организации перевозок на основе специальных научных

методов исследования операций. Специфика многих реальных процессов обслуживания пассажирских и грузовых перевозок показывает возможность их моделирования и математического описания с использованием методов теории массового обслуживания. Для многоканальной системы с пуассоновским потоком заявок и экспоненциальным временем обслуживания, при выполнении

$$\frac{\lambda}{\nu \cdot n} < 1,$$

получены следующие основные характеристики:

Среднее время ожидания заявок в очереди:

$$\bar{t}_{ож} = \frac{P_n \cdot \bar{t}_{обсл}}{(n - \rho)} \quad (12)$$

Средняя длина очереди:

$$\bar{L}_{ож} = \frac{\rho \cdot W}{n \cdot \left(1 - \frac{\rho}{n}\right)^2} \quad (13)$$

Среднее число свободных от обслуживания стоек регистрации:

$$N_0 = P_0 \cdot \sum_{k=0}^{n-1} \frac{n-k}{k!} \cdot \rho^k \quad (14)$$

Среднее число требований в системе:

$$N_{требований} = P_0 \cdot \sum_{k=1}^{n-1} \frac{\rho^k}{(k-1)!} + \frac{P_n \cdot n}{1 - \frac{\rho}{n}} + \frac{\rho \cdot W}{n \cdot \left(1 - \frac{\rho}{n}\right)^2} \quad (15)$$

Вероятность, что все средства обслуживания свободны:

$$P_0 = \left[\sum_{i=0}^{n-1} \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^n}{(n-1)!(n-\rho)} \right]^{-1} \quad (16)$$

Вероятность того, что заняты все стойки регистрации:

$$P_n = \frac{\rho^n}{n!} \cdot P_0 \quad (17)$$

Вероятность того, что все средства заняты независимо от длины очереди:

$$W = \frac{\rho^n \cdot P_0}{(n-1)!(n-\rho)} \quad (18)$$

Вероятность, что время ожидания заявки в очереди превысит заданную величину $t_{расч}$:

$$P(t_{\phi} > t_p) = W \cdot e^{-(m-\lambda)t_{расч}} \quad (19)$$

Средние характеристики можно использовать для выбора наилучшего варианта при проектировании СМО. При этом общем случае исходят из условия минимизации полных потерь за счёт ожидания в очереди и простоя приборов обслуживания. Например, число аппаратов обслуживания с экономической точки зрения целесообразно определять из условия минимизации функции

$$\psi(n) = c_1 \cdot \bar{L}_{ож} + c_2 \cdot N_0 \longrightarrow \min \quad (20)$$

где c_1 – удельные издержки от простоя требования в очереди; c_2 – удельные издержки от простоя стойки регистрации.

Расчет пропускной способности систем внутривокзальной обработки багажа

Цель работы: Выполнить подбор системы сортировки багажа, которая обеспечит переработку заданного объема багажа

Таблица 5 – Исходные данные для выполнения работы

вариант	1	2	3	4	5	6
Поток пассажиров в час пик, $P_{пасс}$ пас/ч	580	500	650	600	850	1000
Количество стоек регистрации, m	7	6	8	7	10	12
$T_{ц}$, сек	60	60	60	60	60	60
k -т нер, (0,85...0,9)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
k -т врем, (0,8...0,9)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
k совм, (0,5...0,7)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
v ленты, (до 0,5)	0,3	0,3	0,5	0,4	0,5	0,5
k_1 , (0,95...0,75)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
k_2 , (1,02...1,05)	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
k_2 , (1,05...1,10)	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
t раб, (1,5...3,5)	3,5	3,5	3,5	2,5	2,5	2,5
$t_{рег}$,ч	24	24	24	24	24	24

Подобрать систему сортировки багажа, соответствующую заданному пассажиропотоку.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Определить интенсивность входящего потока багажа.
2. Рассчитать производительность механизированной системы, применяемой для обслуживания порейсовым методом.
3. Рассчитать производительность механизированной системы, применяемой для обслуживания свободным методом.
4. Рассчитать производительность полуавтоматической (автоматической) системы.
5. Выбрать систему, обеспечивающую переработку заданного объема багажа.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Интенсивность входящего потока багажа находится по формуле:

$$\lambda_{\text{баг}} = 1,1 \cdot \lambda_{\text{насс}} \quad (21)$$

Механизированная система, применяемая для обслуживания порейсовым методом

$$П = k_{\text{нер}} m p \quad (22)$$

$П$ – производительность системы, *мест/ч*; $k_{\text{нер}}$ - коэффициент неравномерности обслуживания, учитывающий характер распределения пассажиров по местам приемки ($k_{\text{нер}} = 0,85 \div 0,9$); m - количество рабочих мест на все рейсы; p - производительность одного рабочего места, *мест/ч*;

Производительность одного рабочего места определяется по формуле

$$p = \frac{3600}{T_{\text{ц}} k_{\text{совм}}} k_{\text{ер}}, \quad (23)$$

где $k_{\text{ер}}$ - коэффициент загрузки рабочего места в течение часа ($k_{\text{ер}} \leq 0,9$); $T_{\text{ц}}$ - длительность цикла переработки, сек; $k_{\text{совм}}$ - коэффициент совмещения операций. При обслуживании мест приемки двумя служащими значение коэффициента совмещения операций принимается в пределах $0,5 \leq k_{\text{совм}} \leq 0,7$.

Длительность цикла переработки багажа определяется составом комплекса операций и рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (24)$$

t_1 - время на регистрацию пассажира, сек; t_2 - время на взвешивание багажа, сек; t_3 - время на оформление документации, связанной с

багажом, сек; t_4 - время на установку багажа на транспортное средство, сек.

При регистрации по свободному методу требуется дополнительно выполнять сортировку поступающего в систему багажа, поэтому пропускная способность системы переработки багажа определяется производительностью ведущего элемента комплекса операций переработки. Пропускная способность всей системы, таким образом, определяется производительностью сортировочной системы. Производительность механизированных сортировочных систем с транспортировкой багажа магистральным ленточным транспортером и сортировкой на сортировочных кругах или раздаточных транспортерах рассчитывается по формуле:

$$П = \frac{3600 v_l k_1}{l_y k_2}, \text{ мест/ч} \quad (25)$$

v_l - скорость движения ленты транспортера, м/сек. Средняя скорость ленты раздаточных транспортеров должна обеспечивать возможность надежной сортировки багажа и не должна превышать 0,4-0,5 м/сек; l_y - среднее расстояние между центрами соседних мест багажа на ленте, м. Среднее расстояние между центрами соседних мест багажа, установленных на ленте транспортера, определяется по эмпирической формуле:

$$l_y = l_{\text{баг}} + 1,5 \quad (26)$$

где $l_{\text{баг}}$ - средняя длина одного места багажа, м; k_1 - коэффициент, учитывающий неравномерность поступления багажа с различных мест приемки ($k_1 < 1$); k_2 - коэффициент, учитывающий возможные задержки в системе.

Значение коэффициента k_1 , учитывающего неравномерность поступления багажа с различных мест приемки, зависит от типа аэровокзала, интенсивности потока пассажиров и числа мест приемки.

По ориентировочным расчетам, основанным на аналогии с различными многоканальными системами массового обслуживания, значения k_1 могут быть приняты в пределах $0,75 \leq k_1 \leq 0,95$. Значения коэффициента k_2 зависят от конкретной принципиальной и структурной схем системы. Ориентировочные значения для механизированных систем с применением магистральных ленточных транспортеров $k_2 = 1,02 \dots 1,05$.

Производительность полуавтоматических и автоматических систем определяется по следующим формулам:

$$П = \frac{3600k_1}{t_{сраб}k_2}, \text{ мест/ч}; \quad (27)$$

$t_{сраб}$ - время цикла срабатывания исполнительного механизма системы, сек.

Для систем сортировки, находящихся в эксплуатации, длительность цикла срабатывания составляет от 1,5 до 3,5 сек. Значения коэффициента k_2 , учитывающего возможные кратковременные задержки в функционировании системы для полуавтоматических систем с безынерционными механическими исполнительными механизмами $k_2 = 1,05 \dots 1,1$.

$$\eta = \frac{Пt_{рег}}{1,1N_{ср}k_{з.м}}, \quad (28)$$

где η - требуемое число накопителей; $П$ - производительность системы сортировки, мест/ч; $t_{рег}$ - время, за которое начинается регистрация, ч; $N_{ср}$ - средняя пассажироместимость одного самолета; $k_{з.м}$ - средний коэффициент занятости пассажирских мест в течение месяца «пик».

Механизация процессов выдачи багажа

Цель работы: Рассчитать производительность средств механизации, применяемых при выдаче багажа

Таблица 6 – Исходные данные для выполнения работы

Вариант	1		2		3	
Принимаемые типы ВС/пасс-местимость	В-737	130	В-737	130	В-737	130
	А-310	280	А-320	176	А-310	280
	Ту-154	164	Ту-204	210	Ту-154	164
	Ту-134	80	Як-42	120	Ту-134	80
<i>И сам/час</i>	11		13		15	
<i>k_{зм}</i>	0,75		0,75		0,75	
Вариант	4		5		6	
Принимаемые типы ВС/пасс-местимость	Ил-62	174	Ил-62	174	В-737	130
	Ту-154	164	Ту-154	164	А-310	280
	Як-42	120	А-310	280	Ту-154	164
	Як-40	24	Як-42	120	Ту-134	80
<i>И сам/час</i>	13		15		17	
<i>k_{зм}</i>	0,75		0,75		0,75	

Определить пропускную способность и производительность средств механизации для двух вариантов выдачи багажа: с ленточного транспортера или самоходной платформы

Результаты расчетов представить в таблице.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Требуемое число средств и устройств, предназначенных для раздачи багажа, рассчитывается по формуле:

$$n_{разд} = \frac{I \cdot T_{ц}}{3600 \cdot k_{сп}} \quad (29)$$

где $n_{разд}$ - требуемое число средств механизации выдачи багажа ;
 I - интенсивность движения самолетов в течение периода «час пик», сам/час; $T_{ц}$ - длительность рабочего цикла средства механизации по обслуживанию самолета, сек; $k_{сп}$ - коэффициент использования

оборудования по времени в течение «часа пик», учитывающий неравномерность прилета самолета, ($k_{ep} = 0,8-0,9$).

Если аэропорт обслуживает самолеты различной вместимости, общее число требуемых средств механизации для выдачи багажа определяется по формуле: $n_{разд}^{общ} = \sum n_{разд}$.

Длительность рабочего цикла раздаточного устройства определяется по формуле

$$T_u = k_{совм} t_1 + t_2 + t_3 \text{ сек}, \quad (30)$$

где $k_{совм}$ - коэффициент, учитывающий частичное совмещение перегрузочных и раздаточных операций; t_1 - время на перегрузку багажа с транспортных средств на раздаточное устройство, сек; t_2 - длительность выдачи багажа пассажирам при самообслуживании, сек; t_3 - дополнительное время на сбор пропущенного багажа со страховочного рольганга или раздаточной плоскости карусели (20-50 сек).

$$t_1 = t_{ед} \cdot n_{баг} \quad (31)$$

В случае выдачи багажа с применением раздаточных транспортеров или каруселей $t_{ед} = 2-3$ сек, если багаж выдается на перроне с самоходных платформ $t_{ед} = 6$ сек.

В случае выдачи багажа с применением раздаточных транспортеров или каруселей длительность выдачи багажа определяется по формуле:

$$t_2 = \frac{1.1 \cdot N \cdot k_{зм} \cdot l_{баг}}{v_{разд} \cdot k_{исп.пл.}} \quad (32)$$

где $l_{баг}$ - средняя длина одного места багажа (1 м); $v_{разд}$ - скорость ленты раздаточного транспортера, м/сек (в расчетах принять 0,3м/сек); $k_{исп.пл.}$ - коэффициент, учитывающий использование площади на ленте

транспортера (при одновременной установке на ширине ленты двух мест багажа $k_{исп.пл.} = 1,8$).

Если багаж выдается на перроне с самоходных платформ, принимаем $t_2 = 4$ мин.

Для определения длительности цикла раздачи багажа с транспортера, может быть также применена эмпирическая зависимость:

$$T_{\text{ц}} = 0,05n_{\text{баг}} + 1, \text{ мин.} \quad (33)$$

Эксплуатационная часовая производительность **раздаточных транспортеров, багажных каруселей** и других стационарных устройств для раздачи багажа определяется из условия одновременного обслуживания ими пассажиров только одного самолета и рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{з}} = \frac{3600n_{\text{баг}}}{T_{\text{ц}}} k_{\text{вр}} \text{ мест/ч,} \quad (34)$$

где $n_{\text{баг}}$ - число мест багажа, подлежащих раздаче в течение одного цикла; $T_{\text{ц}}$ - длительность одного цикла раздачи багажа, *сек*; $k_{\text{вр}}$ - коэффициент внутрис часового использования раздаточного устройства по времени.

$$n_{\text{баг}} = 1,1 \cdot N \cdot k_{\text{з.м}} \quad (35)$$

Расчет экономической эффективности при переходе от механизированной к полуавтоматической системе обработки багажа

Цель работы: Оценить экономическую эффективность при переходе от порейсовой системы регистрации к свободной с установкой полуавтоматической системы сортировки багажа

Таблица 6 – Исходные данные для выполнения работы

Статья затрат	Базовый вариант, ден ед	Внедряемый вариант, ден ед
ФОТ	179450	151020
Расходы на технологическую электроэнергию	-	9500
Амортизация оборудования	500	3503
Общехозяйственные расходы	6000	6000

ЗАДАНИЕ

1 Ответьте письменно на вопросы:

Каким образом выбирается оптимальный вариант комплексной механизации процессов наземного обслуживания?

Что понимается под себестоимостью технологического процесса, как она определяется?

Как определяется годовой экономический эффект от внедряемого варианта системы?

Что называется коэффициентом эффективности, как он определяется?

Как определяется объем дополнительных капитальных вложений?

Как вычисляются годовые эксплуатационные расходы по содержанию систем и оборудования?

2 Определить годовой эффект от внедрения новой системы и экономическую эффективность от внедрения новой системы.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

При сравнении систем комплексной механизации производственных процессов наземного обслуживания, сопоставимых по технологическим показателям и техническому оснащению, оптимальным вариантом будет являться вариант, требующих наименьших капитальных вложений и дающий низкую себестоимость переработки багажа. В случае, если вариант системы механизации, с низкими эксплуатационными расходами имеет значительно большие кап. вложения по сравнению с другими вариантами систем, выбор оптимального варианта производится с помощью определения сроков окупаемости дополнительных капитальных вложений и коэффициентов эффективности для сравниваемых систем.

При расчете экономической эффективности систем для наземного обслуживания рассматривается, как правило, не полная себестоимость процессов обслуживания, а так называемая технологическая себестоимость, учитывающая только расходы, приходящиеся на технологию обслуживания. При оценке экономической эффективности выполняется расчет технологической себестоимости всех операций, входящих в комплекс обслуживания. При определении экономической эффективности отдельных операций, входящих в состав комплексной систем обслуживания, производится расчет технологической себестоимости переработки только по операциям, подлежащим изменению.

Определение годового экономического эффекта от внедрения новой системы выполняется по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_{\text{факт}} - C_{\text{вн}}) - E_n \cdot K_{\text{дон}} \quad (36)$$

Коэффициентом эффективности E называется величина, обратная сроку окупаемости, и показывает размер экономии, приходящейся на единицу дополнительных капитальных вложений

$$E = \frac{1}{T} \quad (37)$$

За эталон сравнения принимаются установленные нормативные значения сроков окупаемости и коэффициентов эффективности. Для механизации и автоматизации производственных процессов

наземного обслуживания воздушного транспорта приняты следующие значения $E_n=0,15$, $T_n=6,6$ лет.

Сравнение характеристик выбранного варианта системы с характеристиками заменяемой системы производится по формулам:

$$T = \frac{K_{вн} - K_{факт}}{C_{факт} - C_{вн}} = \frac{K_{доп}}{C_{факт} - C_{вн}} \quad (38)$$

$$E = \frac{C_{факт} - C_{вн}}{K_{доп}} \quad (39)$$

где $K_{вн}$ - полные капитальные вложения по внедряемому варианту системы, $K_{факт}$ - полные капитальные вложения по заменяемой базовой системе, скорректированные с учетом доведения ее пропускной способности или производительности до сопоставимого уровня с внедряемой системой; $C_{вн}$ - годовые эксплуатационные расходы по содержанию внедряемого варианта системы механизации; $C_{факт}$ - годовые эксплуатационные расходы по содержанию действующего варианта системы, скорректированные с учетом доведения ее пропускной способности или производительности до сопоставимого уровня с внедряемой системой.

Для расчетов в рамках лабораторной работы будем считать, что пассажиропоток растет незначительно, поэтому расчет требуемых кап вложений, справедливый при одинаковой пропускной способности или производительности внедряемого и базового вариантов, производится по формуле:

$$K_{доп} = D \cdot (1 + a_1) + I(1 + a_2) + Z_{м+n} (1 + a_3) \quad (40)$$

где D - стоимость покупных комплектующих изделий, машин и полуфабрикатов; I - стоимость изделий, заказываемых в промышленности, принимаем, что $I=0,5625 \cdot D$; a_1 , a_2 - коэффициенты, учитывающие стоимость транспортно-заготовительных работ (0,05-0,1); $Z_{м+n}$ - основная заработная плата производственных рабочих на монтаж и наладку установок, будем считать что $Z_{м+n}=0,5208 \cdot D$; a_3 - коэффициент, учитывающий величину накладных расходов,

определяется в соответствии с действующими нормативами (примем равным 0,05)

Годовые эксплуатационные расходы по содержанию систем и оборудования по наземному обслуживанию определяется по формуле:

$$C_{200} = Z_{200} + \mathcal{E}_{200} + P_{200} + O_{200} + A_{200} + M_{200} \quad (41)$$

где Z_{200} - годовой фонд оплаты труда персонала, обслуживающего технологический процесс; \mathcal{E}_{200} - годовые издержки на технологическую электроэнергию; P_{200} - годовые издержки на производство текущего ремонта систем; O_{200} - годовые издержки на техническое обслуживание машин, установок и оборудования; A_{200} - годовые издержки по амортизации машин, оборудования, аппаратуры, входящей в состав системы; M_{200} - общехозяйственные расходы по содержанию систем обслуживания.

В расчетах примем $O_{200} + P_{200} \approx 0,5 \cdot A_{200}$.

Неавиационные доходы аэровокзальных комплексов

Цель работы: Определить доходы от авиационной и неавиационной деятельности

Таблица 7 – Площади помещений аэровокзалов

Наименование помещений	Площадь, м ² , в аэровокзалах пропускной способностью, пасс./ч				
	100	600	1300	2000	2500
Годовой пассажиропоток, П _{год} млн. чел.	0,1	0,7	2	7	10
I. Помещения основного технологического назначения, м ²	700	4122	9506	14180	17870
II. Помещения дополнительного обслуживания пассажиров, S _{доп} , м ² в том числе:	253	1082	1953	2430	3018
ресторан, S _{доп1}	-	130	360	485	600
Кафе, S _{доп2}	50	100	190	190	290
Буфет, S _{доп3}	20	60	125	195	290
салон красоты, S _{доп4}	12	36	54	60	72
Магазины, S _{доп5}	86,95	350,7	552,85	659	769,25
маг. беспрошпальной торг, S _{доп6}	86,95	350,7	552,85	659	769,25
магазины подарков, S _{доп7}	4,8	28,8	62,4	96	120
салон связи, S _{доп8}	1,8	10,8	23,4	36	45
книги, газеты, S _{доп9}	1,5	9	19,5	30	37,5
аренда авто, S _{доп10}	1	6	13	20	25
III. Служебные помещения	132	399	663	846	864

Таблица 8 – Удельные эксплуатационные расходы по статьям затрат

Статья затрат	Удельные эксплуатационные расходы на одного пассажира годового пассажирообмена, руб./пасс.				
	100	600	1300	2000	2500
Заработная плата с отчислениями на социальное страхование, Э ^{зп}	23	17	13	9	9
Амортизация здания и оборудования	24	16	13	9	8
Содержание и текущий ремонт	8	6	5	5	4

Тариф за пользование аэровокзалом $T^{a/b}=70$ руб;
 Тариф за обслуживание пассажиров $T^{обсл} = 130$ руб;
 Арендная ставка $A= 7000$ руб.

Таблица 9 – Параметры для расчета арендной платы

Помещения дополнительного обслуживания	Отношение арендной платы к прибыли, ρ^A	Средний чек покупки Ч, руб	Кол-во воспользовавших- ся услугами, в % от $\Pi_{год}$
ресторан	0,28	600	30
кафе	0,3	350	30
буфет	0,55	200	30
салон красоты	0,35	500	25
магазины	0,3	200	70
магазины беспошлинной торговли	0,3	500	35
магазины подарков	0,5	150	40
салон связи	0,65	100	50
книги,газеты	0,65	100	90
аренда авто	0,2	1000	20

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1 Определить эксплуатационные затраты

Годовые затраты на заработную плату авиационному персоналу:

$$\mathcal{E}^{zn} = Y^{zn} \cdot \Pi_{год} \quad (42)$$

Годовые затраты на амортизационные отчисления:

$$\mathcal{E}^a = Y^a \cdot \Pi_{год} \quad (43)$$

Годовые затраты на ремонт:

$$\mathcal{E}^{рем} = Y^{рем} \cdot \Pi_{год} \quad (44)$$

2 Определить общие годовые эксплуатационные затраты:

$$\mathcal{E}_{год} = \mathcal{E}^{zn} + \mathcal{E}^a + \mathcal{E}^{рем} \quad (45)$$

3 Определить годовой доход от авиационной деятельности:

$$D^{авиа} = (T^{a/v} + T^{обсл}) \cdot \Pi_{zod} \quad (46)$$

I Вариант

1. Определить годовой доход от неавиационной деятельности:

$$D^{неавиа} = A \cdot S_{дон} \quad (47)$$

2. Определить общий доход:

$$D = D^{авиа} + D^{неавиа} \quad (48)$$

3. Определить годовую прибыль пассажирского терминала:

$$\Pi = D - \mathcal{E}^{zod} \quad (49)$$

4. Определить эффективность использования площадей:

$$\Pi^{y\partial} = \frac{\Pi}{S_{осн} + S_{дон}} \quad (50)$$

Определить эффективность использования площадей основного технологического назначения:

$$D^{y\partial-авиа} = \frac{D^{авиа}}{S_{осн}} \quad (51)$$

Определить эффективность использования площадей дополнительного обслуживания пассажиров:

$$D^{y\partial-неавиа} = \frac{D^{неавиа}}{S_{дон}} \quad (52)$$

II Вариант

1. Определить годовой доход от неавиационной деятельности по второму варианту управления неавиационной деятельностью:

Арендная ставка определяется по формуле:

$$A_i = \frac{\rho^A \cdot \Psi \cdot N}{S_{дон_i}} \quad (53)$$

2. Годовой доход от неавиационной деятельности:

$$D^{неавиа} = \sum_{i=1}^{10} A_i \cdot S_{дон_i} \quad (54)$$

3. Определить общий доход:

$$D = D^{авиа} + D^{неавиа}$$

4. Определить годовую прибыль пассажирского терминала:

$$\Pi = D - \mathcal{E}^{год}$$

Определить эффективность использования площадей основного технологического назначения:

$$D^{год_авиа} = \frac{D^{авиа}}{S_{осн}}$$

Определить эффективность использования площадей дополнительного обслуживания пассажиров:

$$D^{год_неавиа} = \frac{D^{неавиа}}{S_{дон}}$$

Выбор вида транспорта для доставки багажа к ВС

Цель работы: Выбрать транспортное средство, производительность которого была бы наибольшей при обслуживании самолетов Як-42, Ту-154, Ту-134.

Таблица 10 – Исходные данные для выполнения работы

Тип ВС	Як-42	Ту-154	Ту-134
Коэф-т занятости кресел	0,9	0,8	0,85
Пассажировместимость ВС	127	164	86
Средняя дальность транспортировки багажа, м	150		
Площадь одного места багажа, м ²	0,5		

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

- 1 Определить среднее количество мест багажа на рейсе.
- 2 Определить производительность транспортных средств при комплектовании багажа на рейс.
 - Определить длительность простоя транспортных средств при комплектовании багажа.
 - Определить число рабочих циклов.
- 4 Определить производительность транспортных средств при комплектовании багажа на рейс.
 - Определить длительность простоя транспортных средств при комплектовании багажа.
 - Определить число рабочих циклов.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Среднее количество мест багажа на рейсе можно определить по формуле:

$$n_{баг} = 1.1 \cdot N_i \cdot k_{з.м} \quad (55)$$

Длительность простоя транспортных средств при комплектовании багажа и погрузке его в самолет:

$$t_{np} = \frac{1}{3600} \cdot (t_1 + t_2 + t_3) \quad (56)$$

где t_1 - время на комплектование багажа на транспортное средство, в среднем время погрузки 1 места багажа можно принять равным 2...4 сек; t_2 - время на погрузку багажа в самолет, время перегрузки 1 места багажа с электрокары в самолет в среднем 3...5 сек, t_3 - время на маневрирование транспортного средства между багажниками, около 60 сек.

При разгрузке багажа из самолета:

$$t_{np} = \frac{1}{3600} \cdot (t_4 + t_5 + t_3) \quad (57)$$

где t_4 - время на разгрузку багажа из самолета, 4...7 сек, t_5 - время на установку багажа на раздаточные устройства для выдачи его пассажирам, 2...4 сек,

Число рабочих циклов машины в течение одного часа работы рассчитывается по формуле:

$$z = \frac{v_{cp} \cdot k_{исп.пробега}}{L + t_{np} \cdot v_{cp} \cdot k_{исп.пробега}} \quad (58)$$

где L - средняя дальность транспортировки багажа, км; v_{cp} средняя скорость транспортного средства при движении по перрону, км/ч; $k_{исп.пробега}$ коэффициент использования пробега, учитывающий холостое перемещение машины, $k_{исп.пробега} = 0,5$.

Эксплуатационная часовая производительность средств механизации:

$$П = z \cdot n_{\sigma_{аз}} \cdot k_{вр}, \text{ мест/ч} \quad (59)$$

Расчет производительности средств механизации грузового комплекса

Цель работы: Сравнить и оценить производительность систем переработки грузов.

Исходные данные для расчета длительности цикла работ мостовых кранов и кранов-штабелеров:

Поправка на инерционность системы $t_{и}=2$ с;

Строповка груза $t=15$ с;

Расстроповка груза $t=9$ с;

Расстояние перемещения тележки: 5м;

Длина пути до места хранения груза: 15 м.

Исходные данные для расчета производительности вилочных погрузчиков:

$$t_1 = 3, \text{ с}$$

$$t_2 = 5, \text{ с}$$

$$t_3 = 3, \text{ с}$$

$$t_6 = 10, \text{ с}$$

$$t_7 = 6, \text{ с}$$

Средняя масса груза, перевозимого на вилочном погрузчике и транспортной ленте, составляет 40 кг.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить цикл переработки груза механизмом.
2. Рассчитать длительность каждой операции.
3. Определить длительность цикла переработки.
4. Рассчитать производительность.
5. Сделать выводы:
 - Какой механизм пригоден для переработки крупногабаритных грузов?
 - Какой механизм эффективнее для обслуживания стеллажного склада?
 - Результаты расчетов представить в виде таблицы.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Однобалочные мостовые краны, применяемые в грузовых складах аэропортов, имеют грузоподъемность до 3 *T*. Пролеты однобалочных кранов не превышают 15—18 *м*. Высота подъема груза может при необходимости составлять до 6 *м*. Скорости рабочих движений крана ограничиваются по соображениям техники безопасности, составляя для перемещения моста вдоль склада 10—20 *м/мин* и для поперечного перемещения тельфера — 20—30 *м/мин*. Скорость подъема груза составляет 8—10 *м/мин*.

Секции грузового склада, предназначенные для стеллажного хранения штучных грузов, собранных на поддонах или установленных непосредственно в ячейки стеллажей, оборудуются мостовыми **кранами-штабелерами**.

Производительность мостового крана или крана-штабелера рассчитывается по формуле:

$$П = \frac{3,6 \cdot Q}{T_u} \cdot k_{ep} \quad (60)$$

где *Q* - средний вес груза в одном захвате, *кг*; *T_u* - длительность рабочего цикла, *сек*; *k_{ep}* - коэффициент использования крана по времени в течение часа.

Длительность рабочего цикла мостового крана или крана-штабелера определяется из условия

$$T_u = t_1 + t_2 + 2 \cdot t_3 + 2 \cdot t_4 + t_5 + t_6 \quad (61)$$

где *t₁* - время на строповку груза или установку на захват, *сек*; *t₂* - время на подъем груза в транспортное положение, *сек*; *t₃* - длительность перемещения тележки вдоль моста, *сек*; *t₄* - длительность перемещения моста, *сек*; *t₅* - время на опускание груза на пол или установку в ячейку стеллажа, *сек*; *t₆* - время на расстроповку груза или вывод грузового захвата из ячейки, *сек*.

Длительность операций подъема и опускания груза рассчитывается по формуле:

$$t_{2,5} = \frac{h}{v_{верт}} + t_u \quad (62)$$

где h - высота подъема груза, м; $v_{верт}$ - скорость подъема груза, м/сек;
 t_u - поправка на инерционность системы ($t_u = 2$ сек).

Длительность транспортных операций рассчитывается по формулам:

$$t_3 = \frac{l_{тел}}{v_{тел}} + t_u \quad (63)$$

$$t_4 = \frac{l_M}{v_M} + t_u \quad (64)$$

где $l_{тел}$ - расстояние перемещения тележки, м; $v_{тел}$ - скорость поперечного перемещения тележки, м/сек; l_M - длина пути крана, м;
 v_M - скорость продольного перемещения крана, м/сек.

Для внутрискладской транспортировки штучных грузов широкое применение получили **ленточные, пластинчатые и роликовые транспортеры**. Ленточные транспортеры, применяемые в складах, могут быть передвижными и стационарными.

Подсчет производительности транспортеров при перегрузке ими штучных грузов производится по формуле

$$\Pi = \frac{3,6 \cdot Q \cdot v_l \cdot k_{сп}}{l_y} \quad (65)$$

где Q - средний вес одного места груза, кг; v_l - скорость ленты, м/сек; l_y - расстояние на ленте между центрами соседних мест груза, м.

Величина l_y определяется по эмпирической формуле

$$l_y = l_{зр} + 1,5 \quad (66)$$

Вилочные погрузчики находят широкое применение при наземном обслуживании воздушных перевозок. Эти машины выполняют в аэропортах перегрузочные работы на грузовых дворах; штабелирование и складирование грузов внутри складов; внутриаэродромную транспортировку грузов и погрузочно-разгрузочные работы у самолета.

Эксплуатационная часовая производительность вилочных погрузчиков при использовании их для транспортировки грузов к самолету и погрузочно-разгрузочных работ рассчитывается по формуле (60).

Длительность рабочего цикла вилочного погрузчика:

$$T_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 \quad (67)$$

где t_1 - время на установку погрузчика в рабочее положение при загрузке, сек; t_2 - время на укладку груза на поддон или грузовую площадку, сек; t_3 - время на установку погрузчика в транспортное положение, сек; t_4 - время на перемещение погрузчика к самолету, сек; t_5 - время на установку погрузчика в положение разгрузки у самолета, сек; t_6 - время на разгрузку груза и его укладку в грузовую кабину или багажник самолета, сек; t_7 - время на установку погрузчика в транспортное положение, сек; t_8 - время на холостое перемещение погрузчика, сек.

Длительность транспортных операций определяется так:

$$t_{4,8} = \frac{L}{v_{mp}} \quad (68)$$

где L - среднее расстояние от грузового склада до самолета, м; v_{mp} - скорость перемещения погрузчика по перрону, м/сек.

Время, необходимое для установки вилочного погрузчика в положение разгрузки у самолета, определяется как

$$t_5 = t_{нодох} + \frac{60 \cdot h_{нодох}}{v_{нодох}} + t_u \quad (69)$$

где $t_{подх}$ - время на установку погрузчика у люков самолета, сек; $h_{под}$ - необходимая высота подъема грузовой площадки, м; $v_{под}$ - скорость подъема грузовой площадки, м/мин; t_u - время на преодоление инерции ($t_u = 1—2$ сек).

Расчет технологических площадей механизированных грузовых складов

Цель работы: *Определить площади основных технологических зон грузового комплекса.*

Таблица 11 – Исходные данные для выполнения работы

Группа ГК	Суточный объем перерабатываемого груза, т	Часовой объем поступающего груза, т	Средняя загрузка автомобиля, т, G	Машина, габариты
I	10	1	1,5-2	ГАЗ-53 6,4x3,38
	20	2		
	40	4		
	70	7		
II	150	15	3-4	ЗИЛ-130 6,68x2,5
	200	20		
	300	30		
	400	40		

Таблица 12 – Исходные данные для выполнения работы

Фактическое кол-во грузов, укладываемых на 1 м ² склада или поддона при высоте укладки Н=1-1,2 м		γ , кг/м ²	k_{np}	$k_{исп.пл}$
Стеллажный склад	технические грузы	310	1,7	0,30-0,36
	скоропортящиеся грузы	335		
	ценные грузы	385		
Контейнерный склад	тяжеловесные грузы	480	1,4-1,5	0,40-0,55
	длинномерные грузы	760		

Таблица 13 – Исходные данные для выполнения работы

	Средняя продолжительность нахождения грузов на складе, сут	Относительное распределение грузов %, ψ
штучные грузы	2-3	50-70
контейнеры	1-1,5	20-10
специализированные грузы	2-2,5	30-20

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Определить площадь грузового склада.
2. Определить габариты склада.
3. Определить площадь грузового двора.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Общая площадь склада определяется как сумма площадей: площадь, на которой размещают грузы на хранение; дополнительная площадь; площадь, отведенная для проходов; площадь служебных помещений.

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{xp}} + S_{\text{доп}} + S_{\text{пр}} + S_{\text{сл}} \quad (70)$$

Вместимость склада определим как:

$$E = \Gamma^{\text{зод}} \cdot \frac{k_n}{365} \cdot T_{\text{сп}} \quad (71)$$

Площадь, занятая **напольным хранением**, определяется по формуле:

$$S_{\text{xp}} = \frac{E}{q} \cdot k_{\text{изб.пл}} \quad (72)$$

где E - вместимость, т; q - допустимая удельная нагрузка на 1м^2 площади склада, т/м²; $k_{\text{изб.пл}}$ - коэффициент избыточной площади, учитывающий неравномерность распределения грузов по площади секции, $k_{\text{изб.пл}} = 1, 2 \dots 1, 4$.

$$q = H \cdot \gamma$$

Площадь склада со **стеллажным хранением** рассчитаем следующим образом:

$$S_{\text{xp}} = \frac{E}{n_{\text{сп}} \cdot k} \quad (73)$$

где n_{cp} - среднее количество грузов, укладываемых на 1 м^2 площади склада с учетом ярусности складирования грузов (3-6 ярусов); k - коэффициент использования площади ячейки стеллажа, $k=0,64$.

Ориентировочный расчет площади, занятой проездами и проходами, может быть выполнен по формуле:

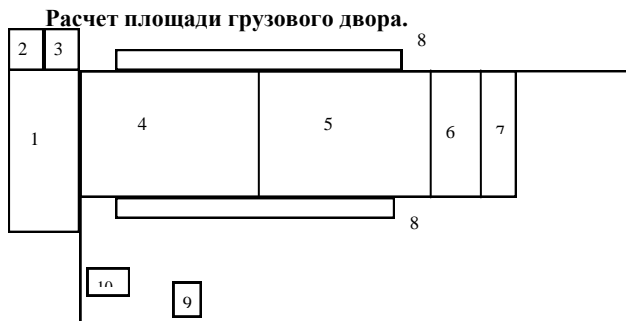
$$S_{np} = S_{xp} \cdot (k_{np} - 1) \quad (74)$$

Общая площадь склада на этапе проектировочных расчетов определяется по формуле:

$$S_{общ} = \frac{S_{xp}}{k_{исп.пл}} \quad (75)$$

Определение габаритов склада. Как правило, при проектировании складов задаются их шириной, которая по строительным соображениям применяется кратной 3 и составляет 12, 18, 24, 36 или 48 м.

$$L_{скл} = \frac{S_{общ}}{B_{скл}} \quad (76)$$



- 1-административно-служебное здание;
- 2-холодильная камера;
- 3-отапливаемое помещение;
- 4-склад отправления;
- 5-склад прибытия;
- 6-навесы для грузов открытого хранения;
- 7- перспектива расширения склада;
- 8- рампа; 9-КПП; 10-автовесовая.

Рисунок 1

$$S = N \cdot k_{сл.м} \cdot S_m \cdot k_{пр} \cdot k_{сл.з} \quad (77)$$

где N - количество машин, одновременно находящихся на грузовом дворе; $k_{сл.м}$ - учитывает количество служебных машин, =1,1; S_m - площадь на одну машину при однорядной стоянке, =50м²; $k_{пр}$ - учитывает проезды=2,5; $k_{сл.з}$ - учитывает площадь необходимых местных подъездов к административно-служебному зданию и благоустройство, =1,2.

$$N = \frac{\Pi_{ч/\max}}{G} \cdot t; t=0,5 \text{ ч.} \quad (78)$$

Длина фронта погрузочно-разгрузочных работ со стороны города определяется по формуле:

$$L_{ср} = N \cdot l + l_1(N - 1) \quad (79)$$

где l - ширина единицы, транспорта, м; l_1 - ширина проходов между машинами, =1,5...2 м.

**Расчет оптимальной численности средств механизации на грузовом дворе
аэропорта**

***Цель работы:** Определить оптимальное количество рабочих мест операторов по оформлению документации и оптимальной численности средств механизации по обработке груза на грузовом дворе.*

Таблица 11 – Исходные данные для выполнения работы

Месяц	янв	фев	мар	апр	май	июнь
инт. входящего потока машин - маш/ч;	6	7	8	10	12	15
ср. время обл. у стойки оператора - мин;	10	10	10	10	10	10
среднее время разгрузки - мин;	25	25	25	25	25	25
вероят. зан. рабочих мест для операторов	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
вероят. зан. погрузчиков	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
коэффициент вариации времени обслуживания	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75

Определить: оптимальное количество рабочих мест операторов по оформлению документации и численность средств механизации по обработке груза на грузовом дворе грузового комплекса аэропорта. Расчет провести для первых шести месяцев года.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТОВ:

- 1 Определить среднее количество рабочих стоек или средств механизации.
- 2 По номограмме определить величину T_{cp} , откуда находится значение среднего времени ожидания $t_{ож}$;
- 3 Определить расчетное время ожидания на обслуживание;
- 4 Определить расчетное число требуемого оборудования или средств механизации.

При проведении расчетов вероятность занятости рабочих мест или средств механизации принимается достаточно высокой для обеспечения максимальной загрузки оборудования (0,6-0,9).

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

При расчете оптимальной численности средств механизации, требуемой на грузовом дворе, процесс обработки грузов, прибывающих со стороны города, рассматривается как двухфазная полнодоступная система массового обслуживания разомкнутого типа. Основными расчетными параметрами этой системы являются: число рабочих мест операторов по оформлению документации, численность средств механизации и технологического оборудования по обработке грузов на грузовом дворе.

Потребное количество рабочих мест операторов определяется по формуле:

$$n = \frac{\lambda_{cp}}{\mu_1} + \frac{p_1 \cdot t_{виз}}{t_{ож.расч.}^1} \quad (80)$$

где λ_{cp} - интенсивность входящего потока грузоотправителей на оформление документации; μ_1 - интенсивность оформления документации одним грузоотправителем; p_1 - вероятность занятости рабочих мест; $t_{виз}$ - среднее время визирования грузовой накладной, мин; $t_{ож.расч.}^1$ - расчетное время ожидания грузоотправителей в очереди, мин.

Потребное число средств механизации на грузовом дворе определяется по аналогичной формуле:

$$N = \frac{\lambda_{маш}}{\mu_2} + \frac{p_2 \cdot t_{р.м}}{t_{ож.расч.}} \quad (81)$$

где $\lambda_{маш}$ - интенсивность входящего потока машин с грузом на склад со стороны города; μ_2 - интенсивность разгрузки одной машины с грузом; $p_2 \cdot$ - вероятность занятости средств механизации; $t_{р.м}$ - среднее время разгрузки машины с грузом, мин; $t_{ож.расч.}$ - расчетное время ожидания машины с грузом в очереди, мин.

Интенсивность обслуживания при оформлении или разгрузке груза определяется по формуле:

$$\mu = \frac{1}{t_{обсл}} \quad (82)$$

где $t_{обсл}$ - среднее время обслуживания, ч

Среднее время ожидания в очереди на оформление груза или выполнение погрузочно-разгрузочных операций определяется по номограмме. Номограмма позволяет определить величину $T_{ср} = \mu \cdot t_{ож}$ в зависимости от среднего числа $N_{ср}$ рабочих стоек или средств механизации, обеспечивающих отсутствие неограниченного возрастания длины очереди. Величина $N_{ср}$ определяется по формуле:

$$N_{ср} = \frac{\lambda}{\mu} \quad (83)$$

Расчетное время ожидания на оформление груза или проведения погрузочно-разгрузочных работ определяется исходя из среднего времени ожидания с помощью формулы Поллачека:

$$t_{ож,расч} = t_{ож} \left(\frac{1+k^2}{2} \right) \quad (84)$$

где k - коэффициент вариации времени обслуживания (0,6-0,8).

Библиографический список

1 Русинов, И.Я. Механизация наземного обслуживания воздушных перевозок [текст] // под ред. И.Я. Русинова. – М.: Транспорт, 1971. – 252 с.

2 Организация и планирование эксплуатационных предприятий гражданской авиации [текст] // под ред. Н.Н. Громова. – М.: Высшая школа, 1978. – 376с.

3 Лебедев, В.И. Анализ эффективности и качества работы авиапредприятий [текст] // В.И. Лебедев. – М.: Транспорт, 1991. – 184с.

Учебное издание

АЭРОВОКЗАЛЬНЫЕ И ГРУЗОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Учебное пособие

Составитель ***Кропивенцева Светлана Анатольевна***

Самарский государственный
аэрокосмический университет.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.
