

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
Киевский институт инженеров гражданской авиации

На правах рукописи

АЛЬ-ЗУБИ АМЕР АХМАД

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ
УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
В АЭРОПОРТАХ СТРАН БЛИЖНЕГО ВОСТОКА

Специальность 05.13.01 - Управление в технических
системах

АВТОРЕФЕРАТ

ДИССЕРТАЦИЯ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

КИЕВ 1993

ЛНБ України ім. В. Стефаника



00810653 (N)

ЛБ 20.200

РАБОТА ВЫПОЛНЕНА В КИЕВСКОМ ИНСТИТУТЕ ИНЖЕНЕРОВ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Зеленков И.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук
Отасюк А.И.

кандидат технических наук
Антонов В.К.

Ведущая организация - Институт проблем энергоснабжения
Академии наук Украины

Защита состоится " 10 " ноября 1993 г. в " ____ " часов.

на заседании специализированного Совета
в Киевском институте инженеров гражданской авиации
по адресу: 252058, Киев-58, пр.Космонавта Комарова, 1, ИИГА

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
института

Автореферат разослан " ____ " _____ 1993 г.

Ученый секретарь
Специализированного Совета
кандидат технических наук

Баскакова А.Г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Задачи рационального использования электроэнергии и снижения ее затрат всегда относились к важнейшим проблемам, так как эффективность использования электроэнергии в значительной мере зависит от успешного их решения ; при этом возросла потребность в проведении строгого и тщательного анализа обоснованности расхода электроэнергии, а также изыскания путей , обеспечивающих эффективное ее использование. В связи с этим задачи разработки методов прогнозирования расхода электроэнергии и выявления резервов повышения эффективности электроиспользования с учетом отраслевых особенностей весьма актуальны.

Цель работы заключается в следующем:

- проанализировать процесс потребления электроэнергии и определить показатели электропотребления с учетом факторов, влияющих на величину расхода электроэнергии;

- на основе теоретических исследований и статистических данных потребления электроэнергии в аэропортах гражданской авиации обосновать и разработать метод прогнозирования электропотребления в комплексе с вопросами совершенствования управления процессом электропотребления ;

- разработать требования к системам учета и контроля электроэнергии на предприятиях гражданской авиации ;

на основании результатов прогнозирования разработать рекомендации по нормированию расхода электроэнергии.

Научная новизна

В работе получены следующие основные результаты:

- разработаны методы прогнозирования расхода электроэнергии в отдельных подразделениях аэропорта в условиях полной и

неполной информации о расходе электроэнергии ;

- приведены основы нормирования расхода электроэнергии для различных видов работ аэропорта ;

- даны рекомендации по совершенствованию систем учета контроля и управления электропотреблением в аэропортах гражданской авиации стран Ближнего Востока ;

- предложена система учета, контроля и управления электропотреблением в аэропортах гражданской авиации.

Практическое значение :

- разработанные методы могут использоваться для прогнозирования позволяют объективно оценить количество расхода электроэнергии ;

- предложена инженерная методика для решения задач эффективного использования электроэнергии с учетом совершенствования систем контроля электропотребления .

Реализация результатов работы :

- результаты и конкретные рекомендации по разработке требований к системам учета и контроля были использованы в аэропорту Куин Алиа (Иордания).

Апробация работы :

- основные результаты и положения работы докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях КИИГА:

II международная научно-техническая конференция, 1933 год.

Структура и объем работы :

- диссертационная работа состоит из введения , четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Она содер

лит 123 страницы печатного текста, 22 рисунка, 16 таблиц и список литературы из 105 наименований источников.

Содержание работы:

Во введении обоснована актуальность проблемы, сформулированы цели и задачи диссертационной работы, приведен краткий обзор работы.

В первой главе анализируется расход электроэнергии по основным производственно - технологическим процессам в аэропортах. По каждому процессу определяется расход электроэнергии с учетом факторов, влияющих на его уровень. Отражен анализ расхода электроэнергии в следующих подразделениях: аэровокзал, авиационная техническая база ; светосигнальное оборудование ; эксплуатационное радиотехническое оборудование связи ; кондиционирование и вентиляция ; организация грузовых перевозок ; горюче-смазочных материалов; переработки воды ; помещения авиакомпаний и наконец, были определены потери в трансформаторах и линии электропередач аэропорта.

Анализ данных расхода электроэнергии в основных подразделениях некоторых аэропортов стран Ближнего Востока, таких как Куин Алия, Дамаск, Акаба и Амман, показывает, что в аэровокзалах, авиационных технических базах, в цехах кондиционирования и вентиляции расход электроэнергии составляет примерно 70% от общего расхода аэропорта. для этих подразделений проводится детальный анализ для выявления возможных резервов снижения расхода электроэнергии . Анализ показал, что в аэропортах расход электроэнергии делится на основные и вспомогательные составляющие, причем затраты на основные расходы составляют 20%, а

на вспомогательные до 80% от общего расхода электроэнергии на аэропорту, т.е. большая часть расходуется на вспомогательные работы. Это объясняется тем, что основной расход электроэнергии затрачивается на кондиционирование и вентиляцию, последнее характерно для аэропортов стран Ближнего Востока. При этом расход электроэнергии на обслуживание пассажиров и создание комфортабельных условий составляет свыше 50% от расхода электроэнергии аэропорта. Было изучено влияние климатических особенностей региона и их воздействие на уровень расхода электроэнергии.

Проведенный анализ показал :

- стремление перевода предприятий гражданской авиации к новому более развитому управлению электропотреблением приводит к повышению эффективности использования электрооборудования;
- качество обслуживания отражается на количественных показателях работы аэропорта, последнее связано с изменением расхода электроэнергии;
- анализ расхода электроэнергии в отдельных службах аэропорта показывает, что факторы, влияющие на уровень расхода электроэнергии в службах, весьма разнообразны;
- исследование путей снижения уровня расхода электроэнергии сводится к анализу условий и методов эксплуатации наземного оборудования аэропорта.

Вторая глава посвящена прогнозированию расхода электроэнергии с помощью метода наименьших квадратов.

Анализ технологических процессов, произведенный в первой главе, показал, что технико-экономические показатели работы потребителей подразделений аэропорта зависят от большого количества различных факторов, влияющих на расход электроэнергии. Поэтому для прогнозирования расхода электроэнергии подразделени-

ями аэропорта воспользуемся вероятностным подходом. Процесс прогнозирования выполняется следующим образом:

На первом этапе прогнозирования выбирается состав определенных факторов и устанавливается вид математической зависимости расхода электроэнергии подразделениями аэропортов от внешних факторов:

$$Y = F(x_1; x_2, \dots, x_n),$$

где Y - расход электроэнергии,
 $x_1; x_2, \dots, x_n$ - факторы влияния.

На втором этапе разрабатывается алгоритм прогнозирования уровня расхода электроэнергии. Исходной информацией для прогноза здесь служат статистические данные расхода и ряд факторов, которые аппроксимируются аналитическими зависимостями по уравнению регрессии. При этом характер уравнений регрессии заранее определяется в виде известных функций, которые могут быть представлены:

- линейное уравнение

$$Y = A_1 + A_2 x,$$

- степенная функция

$$Y = A_1 x^{A_2}$$

По методу наименьших квадратов МНК в качестве оценки A_1, A_2, \dots, A_n принимаются параметры дающие минимум функции

$$S^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - F(x_i))^2 \rightarrow \min,$$

которые определяются из необходимых условий экстремума функции

$$\frac{\partial (A_1, A_2, \dots, A_n)}{\partial (A_1, A_2, \dots, A_n)} = 0$$

$$i = 1, 2, \dots, n.$$

Для линейной функции:

$$A_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 + A_2 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

$$A_1 \sum_{i=1}^n x_i + A_2 n = \sum_{i=1}^n y_i$$

$$A_1 = 5591 ; \quad A_2 = 7,1.$$

Для степенной функции:

$$A_1 = 57 ; \quad A_2 = 0,77.$$

Критерием для отбора функции здесь могут служить следующие показатели:

- среднеквадратическое отклонение (СКО)

$$S = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_{p_i} - y_{ф_i})^2 \rightarrow \min;$$

- корреляционное отношение

$$\eta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{p_i} - y_{ф_i})^2}{\sum_{i=1}^n (y - y_{ф_i})^2}} \rightarrow 1,$$

где \bar{y} - среднее значение расхода электроэнергии,

$y_{ф_i}$ - фактическое значение расхода электроэнергии;

y_{p_i} - расчетное значение расхода электроэнергии;

n - число выборки.

Предпочтение дается такой функции, которая дает наилучшие результаты по приведенным показателям.

На основании метода наименьших квадратов получены математические зависимости в виде прогнозных моделей описывающих закономерности изменения расхода электроэнергии в отдельных подраз-

делениях аэропорта.

Закономерности изменения расхода электроэнергии подразделений выявляются путем оценки факторов, рассматриваемых в прогнозной модели, построенной на основе уравнений регрессии...

Предложенный метод позволяет найти математические выражения для оценки реального расхода электроэнергии.

Третья глава диссертации посвящена прогнозированию расхода электроэнергии методом нечеткой математики и нечеткой логики.

Применение статистических методов, в частности МНК, для решения задач прогноза не всегда возможно. Это связано с тем, что в целом ряде случаев статистические выборки являются неполными, т.е. являются "короткими", либо включают большое число пропусков. В этих случаях рациональное использование статистических моделей не представляется возможным. Поэтому рассмотрена возможность применения методов и моделей нечеткой математики и нечеткой логики.

Метод применения для прогнозирования расхода электроэнергии на кондиционирование в аэропорту Квин Алиа Иордания. Основные факторы влияющие на уровень расхода электроэнергии, следующие:

t° - температура окружающей среды;

K - количество пассажиров;

$W_{\text{нн}}$ - удельный расход на одного пассажира.

Основное прогнозное уравнение имеет следующий вид: в нечеткой модели:

$$W_k = W_{\text{нн}} * K * t$$

Здесь $\underline{W}_{\text{уд}}$, \underline{K} , \underline{t} рассматриваются как элементы нечеткого множества

$$\underline{W}_{\text{уд}} = \cup_j W_{\text{уд}}^j / \mu^j(W_{\text{уд}}); \quad \mu^j(W_{\text{уд}}) \rightarrow [0, 1];$$

$$\underline{K} = \cup_i K^i / \mu^i(K); \quad \mu^i(K) \rightarrow [0, 1];$$

$$\underline{t} = \cup_n t^n / \mu^n(t); \quad \mu^n(t) \rightarrow [0, 1];$$

где $\mu(W_{\text{уд}})$; $\mu(K)$; $\mu(t)$ - функции принадлежности каждого элемента к подмножеству, которые находятся в пределах от нуля до единицы.

Процесс прогнозирования включает следующие действия:

- определение подмножеств всех показателей

$$\underline{W}_{\text{уд}} = \{W_{\text{уд} \min}; W_{\text{уд} \text{ср}}; W_{\text{уд} \max}\}$$

$$\underline{t} = \{t_{\min}; t_{\text{ср}}; t_{\max}\}$$

$$\underline{K} = \{K_{\min}; K_{\text{ср}}; K_{\max}\}$$

- функции принадлежности определяются для каждого элемента нечеткого множества в виде :

$$\mu(x) = \frac{n_1^* + n_2^* + \dots + n_g^*}{ng}$$

где n_1^* ; n_2^* ; ... ; n_g^* - число дней, когда элемент имеет значение близкое к минимальному ;

n - число месяцев, для которых имеется информация ;

g - число дней в месяце ;

Выявление расхода электроэнергии на кондиционирование по общей формуле прогнозирования.

На основании метода нечеткой математики проводились операции и были получены результаты прогнозирования, погрешность которых не превышает 10%.

В результате сделаны следующие выводы:

- В основу метода положены операции нечеткой математики и основное прогнозное уравнение ;

- метод нечеткой математики дает возможность прогнозировать расход электроэнергии в условиях неполной исходной информации, что характерно для стран Ближнего Востока ;

- для определения функции принадлежности прогнозных переменных целесообразно применять вероятностный подход.

В четвертой главе по результатам анализа структуры расхода электроэнергии в отдельных подразделениях аэропорта на основании прогнозирования рассмотрена и определена система учета, контроля и управления электропотреблением, а также даны требования к системе учета и контроля потребления электроэнергии в аэропорту. Предложены методики нормирования в разных подразделениях аэропорта.

Анализ существующих систем учета электропотребления в аэропортах гражданской авиации стран Ближнего Востока указывает на недостаточное оснащение соответствующими приборами отдельных структурных подразделений аэропорта, либо на нерациональное их распределение в системе электроснабжения.

В связи с этим требуется создать систему учета и контроля, которая позволила бы осуществлять ведение учета электроэнергии на производственно-технические и коммунально-бытовые нужды при существующей структуре управления аэропортами. Функциональная схема данной системы представлена на рис. I.

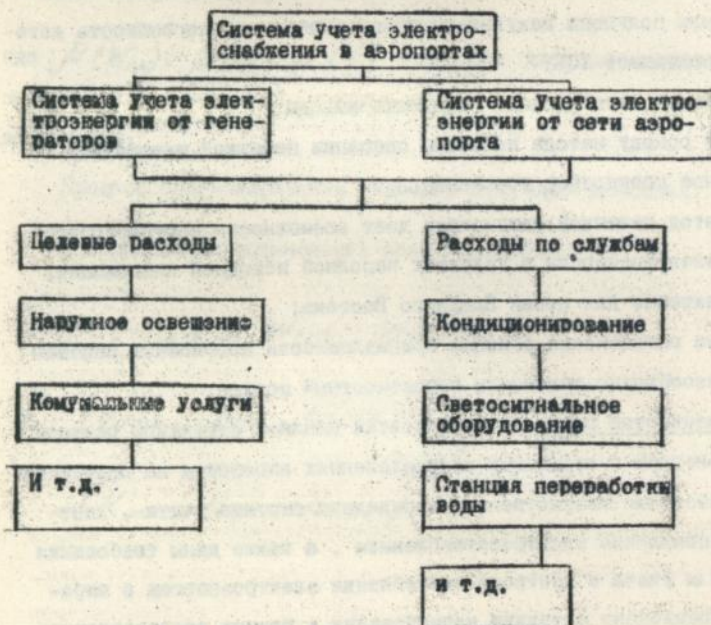


Рис. I

Постановка задачи должна учитывать:

контроль за соблюдением требований по качеству электроэнергии, соблюдением лимитов и соблюдением режимных требований. Схема контроля представлена на рис.2.

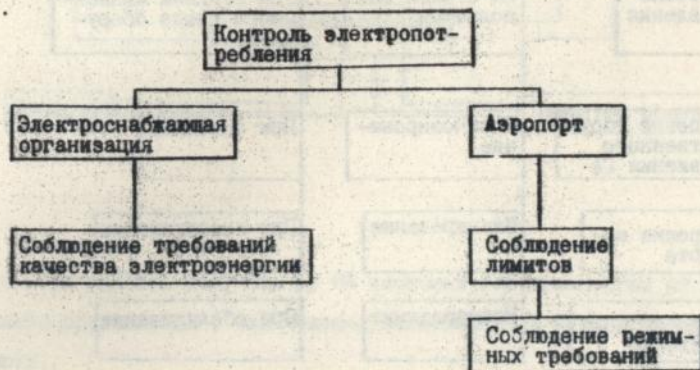


Рис.2

Вопросам разработки указанной системы должна предшествовать рациональная организация учета и контроля расхода электроэнергии по технологическим процессам (службам) и отдельным энергоёмким потребителям, так как позволяет объективно оценить использование электроэнергии по отдельным участкам (подсистемам) деятельности аэропорта.

На основании результатов прогнозирования нормируется расход электроэнергии в отдельных службах аэропорта, поскольку важным показателем повышения эффективности использования электроэнергии является нормирование электропотребления. Также рассмотрены возможные пути выявления резервов снижения расхода электроэнергии, которые показаны на рис.3.

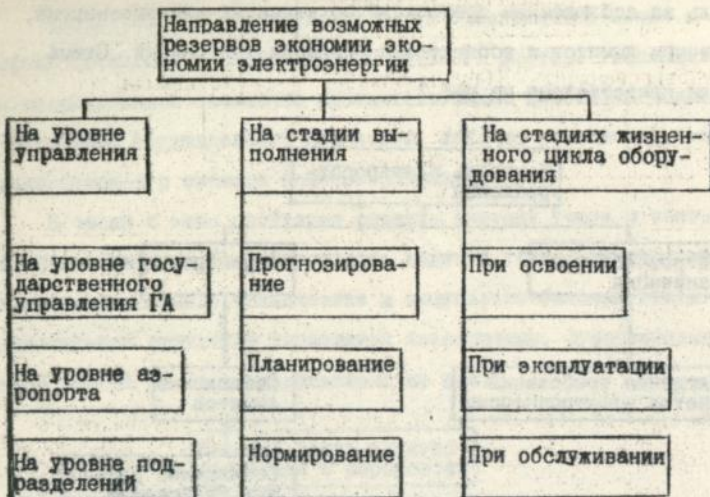


Рис.3

На основании выявления резервов снижения расхода электроэнергии даны рекомендации по каждому направлению.

Общепризнанным является исходное положение о том, что управление электропотреблением выступает фактором повышения эффективности энергоиспользования. Анализ приемлемых подходов позволил представить структуру системы управления электропотреблением в аэропортах ГА в виде: структуры включающей составные и сквозные части управления.

На рис.4 изображена структура управления электропотреблением.

Следует отметить, что создание системы управления электропотреблением с централизованной информацией по аэропорту и по отдельным службам связано с внедрением автоматизированных систем управления электропотреблением.



Рис.4

При этом удается получить до 5% экономии электроэнергии от годового потребления, как показал эксперимент в Куин Алия агропорту.

Предложена обобщенная система управления электропотреблением, для управления нагрузками в системе электроснабжения которая включает следующие элементы:

- 1 - набор электросчетчиков,
- 2 - управляющая вычислительная машина,
- 3 - пульт управления,
- 4 - печатающее устройство,
- И - нагрузки.

На рис.5. изображена система управления электропотреблением. На основании сравнения поступающей информации с установленными лимитами, машина дает сигнал на отключение в случае превышения норм электропотребления.

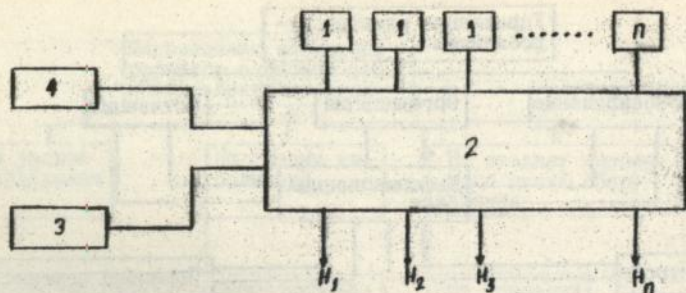


Рис.5

Заклѳчение:

Процесс электропотребления в аэропортах гражданской авиации стран Ближнего Востока имеет свой специфический характер в связи с определенными условиями региона.

Анализ электропотребления в работе проведен в основном на тех процессах, которые являются результатами основной деятельности аэропорта при обслуживании пассажиров, воздушных судов, кондиционировании и грузоперевозках. При анализе электропотребления были определены основные факторы, влияющие на расход электроэнергии. На основании статистических данных были построены графические зависимости расхода электроэнергии.

Основным результатом диссертационной является прогнозирование расхода электроэнергии с целью его нормирования и управления электропотреблением и в конечном счете экономии электроэнергии. Указано, что традиционные статистические методы, в том числе и метод наименьших квадратов позволяет осуществить прогнозирование

только в условиях достаточной информации в действующем аэропорту.

Предложенные критерии отбора функций из числа возможных, из числа возможных, среднеквадратичное отклонение и коэффициент корреляции позволяет выбрать необходимую функцию из числа возможных.

Отмечена особенность прогнозирования электропотребления в аэропортах гражданской авиации стран Ближнего Востока, которая характеризуется недостаточностью и неполнотой исходных данных о расходе электроэнергии.

Прогнозирование расхода электроэнергии в отдельных подразделениях в условиях действующего аэропорта при ограниченном количестве исходных данных целесообразно осуществлять путем использования метода и модели нечеткой математики. В работе разработана методика прогнозирования и создан необходимый аппарат для решения поставленной задачи.

На основании исследовательских работ и анализа структуры системы учета и контроля разработаны требования к системе учета и контроля электропотребления, а также приведены структурные схемы задач учета контроля в условиях действующего аэропорта стран Ближнего Востока.

Предложена и внедрена в практику методика нормирования расхода электроэнергии в аэропорту.

В работе проведен анализ тенденций совершенствования систем управления электропотреблением, предложены пути снижения расхода электроэнергии в аэропорту и даны соответствующие рекомендации.

Публикации:

По материалам исследований выполненных в процессе работ

над диссертацией, опубликовано 6 печатных работ.

1. Аль-Зуби А.А., Зеленков И.А. Влияние климатических условий на уровень расхода электроэнергии аэропорта. Киев: СНИГК, КИИГА, 1992.

2. Аль-Зуби А.А., Зеленков И.А. Влияние продолжительности ночи на уровень расхода электроэнергии для наружного освещения в аэропортах гражданской авиации. Сб. науч. трудов "Проблемы эксплуатации авиационного оборудования". - Киев: КИИГА, 1993.

3. Аль-Зуби А.А., Зеленков И.А. "Влияние температуры окружающей среды на расход электроэнергии некоторыми потребителями аэропорта гражданской авиации". Сб. науч. трудов "Проблемы эксплуатации авиационного оборудования", Киев: КИИГА, 1993.

4. Аль-Зуби А.А. О методах расчета электропотребления в аэропортах гражданской авиации при обслуживании воздушных судов. Сб. науч. трудов. "Методы управления системой эффективностью функционирования электрифицированных и пилотажно-навигационных комплексов". Киев: КИИГА, 1993.

5. Аль-Зуби А.А., Зеленков И.А. Прогнозирование расхода электроэнергии в аэропортах гражданской авиации с помощью методов нечеткой математики. СНИГК, КИИГА, 1993.

6. Аль-Зуби А.А., Зеленков И.А. Прогноз расхода электроэнергии в аэропортах гражданской авиации стран Ближнего Востока. Журнал "Электронное моделирование" № 6, 1993.

Подписано в печать 06.10.93. Формат 60x84/16. Бумага типографская.
Офсетная печать. Усл.кр.-отт.6. Усл.печ.л.1,16. Уч.-изд.л.1,25.
Тираж 100 экз. Заказ № 207-1 . Цена . Изд. № 426/Ш.

Издательство КНИГА.

252058. Киев-58, проспект Космонавта Комарова, 1.

1102510

Ab 28.238

AB 28.238