

УДК 621.311.003.13

Находов В., доц., канд. техн. наук (НТУУ “КПИ”, г. Киев)

Башкис А., проф., д-р техн. наук (ВГТУ, г. Вильнюс)

Иванько Д., асп. (ВГТУ, г. Вильнюс, НТУУ “КПИ”, г. Киев)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ СТАТЕЙ  
ЭЛЕКТРОБАЛАНСОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ  
В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ  
ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Тенденцией функционирования промышленных комплексов экономически развитых стран является увеличение потребления энергоресурсов. Постоянный рост цен на энергоносители привел к необходимости развития и внедрения различных технологий энергосбережения. Инструментом, позволяющим решать целый ряд задач в области энергосбережения, в том числе и осуществления систематического контроля эффективности использования электроэнергии является построение и анализ электробалансов.

Очевидно, что наиболее достоверную информацию при построении электробалансов можно получить из автоматизированных систем учета. Однако на практике на большинстве предприятий отсутствует глубоко дифференцированный технический учет электропотребления. То есть, существующие системы учета позволяют получать информацию о потреблении электроэнергии только основными производственными подразделениями, а также наиболее энергоёмкими технологическими установками. Такая информация не позволяет объективно оценивать и анализировать уровень эффективности использования электрической энергии на предприятии. Поэтому, существует необходимость построения более детальных электробалансов, отражающих объем потребления электроэнергии каждым отдельно взятым технологическим агрегатом. Известными подходами к построению электробалансов является использование экспериментального, расчетно-аналитического или комбинированного метода [1]. При этом на сегодняшний день не существует единой методики решающей данную задачу.

Очевидно, что на промышленных предприятиях и их подразделениях одновременно работают сотни агрегатов. Охватить такое количество агрегатов приборами учета, даже временными, с экономической точки зрения нецелесообразно и далеко не всегда технически возможно. Поэтому практическое применение экспериментального метода построения электробалансов ограничено.

Использование эмпирических зависимостей для решения данной задачи также далеко не всегда применимо. Для многих типов агрегатов найти такие расчетные формулы не представляется возмож-

ным. Кроме того, на промышленных предприятиях, как правило, имеется немало агрегатов прошедших капитальные ремонты. Для такого оборудования даже имеющиеся эмпирические формулы не позволяют достаточно объективно определять расчетным путем объем их электропотребления. Поэтому на практике применение расчетно-аналитического метода для построения электробалансов зачастую сводится к использованию упрощенного подхода, при котором объем потребления электроэнергии любым отдельно взятым технологическим агрегатом или установкой определяется по формуле:

$$W_i = P_{\text{уч.}i} k_{3,i} T_i, \quad (1)$$

где  $P_{\text{уч.}i}$  – установленная мощность  $i$ -го агрегата;  $k_{3,i}$  – средний коэффициент его загрузки по мощности;  $T_i$  – продолжительность работы данного агрегата в течение соответствующего периода.

Для того, чтобы получить с помощью зависимости (1) достаточно объективный электрический баланс, необходимо иметь достоверные значения  $k_{3,i}$  и  $T_i$ . Однако на большинстве предприятий учет этих показателей не ведется. В указанных условиях построение электробалансов таким методом осуществляется с использованием справочной литературы, где  $k_{3,i}$  и  $T_i$  приведены в виде довольно широких интервалов. В зависимости от принятых значений указанных показателей том же объекте можно получить совершенно разные электробалансы. Таким образом, применение упрощенного расчетно-аналитического метода нельзя считать достаточно объективными.

В ряде публикаций авторов данной статьи [2,3] предложено в условиях неопределенности указанных исходных данных для построения электробалансов применять вероятностно-статистический подход. Этот подход основан на учете случайного характера, как объемов электропотребления технологических установок, так и факторов, на него влияющих, а также на использовании соответствующих вероятностно-статистических методов, которые позволяют строить значительно более достоверные электробалансы чем в случае применения расчетно-аналитического способа.

Предлагаемый авторами алгоритм построения электробалансов с использованием вероятностно-статистического подхода предполагает выполнение следующих основных действий.

### **1) Определение законов распределения объемов электропотребления технологических агрегатов.**

Для этой цели могут быть использованы статистические данные о фактических расходах электроэнергии технологических агрегатов, которые имеются на реальных предприятиях крайне редко. Другим,

более реальным способом получения необходимых данных является применение экспертных методов и методов имитационного моделирования. Полученные таким путем данные являются псевдо реальными. Однако, как показали исследования их достаточно успешно можно применять для решения соответствующей задачи.

Опрос экспертов осуществляется с помощью специальных анкет (рисунок 1). При этом каждому эксперту предлагается на специальной шкале вертикальными и горизонтальными линиями обозначить интервалы, в которых могут находиться фактические величины коэффициентов загрузки и продолжительности работы конкретного технологического агрегата или установки, а также, используя таблицу 1, оценить, как часто действительные значения данных параметров могут находиться в пределах этих интервалов.

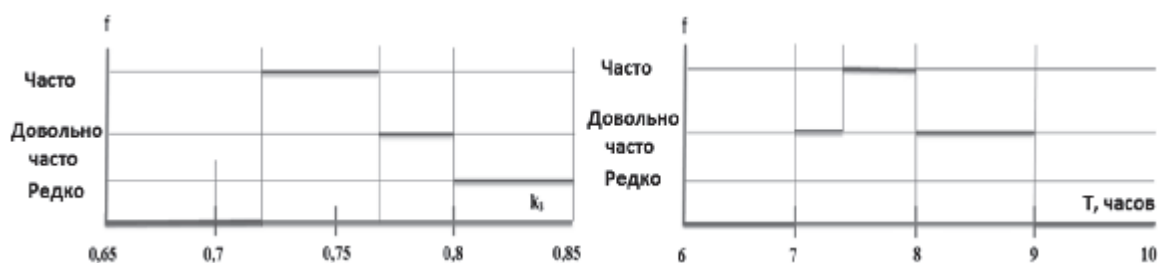


Рисунок 1 – Пример заполненной экспертной анкеты

Таблица 1 - Уровни, характеризующие частоту нахождения продолжительности работы и коэффициентов загрузки технологического оборудования в соответствующих интервалах

Частота	Характеристика уровня
Редко	Фактическая величина параметра находится в соответствующем интервале не чаще, чем в 20% случаев
Довольно часто	Фактическая величина параметра находится в соответствующем интервале в 20...50 % случаев
Часто	Фактическая величина параметра находится в соответствующем интервале чаще, чем в 50 % случаев

Далее на основании полученных экспертных гистограмм (рисунок 1) в соответствии с методом Монте-Карло необходимо сгенерировать некоторое, достаточно большое количество случайных значений продолжительности работы и коэффициентов загрузки каждого агрегата, а также различные варианты их сочетания.

Для всех сгенерированных вариантов сочетания случайных значений продолжительности работы и коэффициентов загрузки каждого агрегата по формуле (1) должны быть определены соответствующие им расчетные величины расхода электроэнергии.

Полученные псевдо реальные значения электропотребления для каждого агрегата позволяют построить для него эмпирическую гисто-

грамму распределения случайных значений расхода электрической энергии. После чего по критерию Пирсона необходимо осуществить проверку соответствия построенной эмпирической гистограммы тому или иному теоретическому закону распределения.

**2) Определение параметров закона распределения каждого технологического агрегата, а также возможных минимальных и максимальных значений его электропотребления.**

**3) Определение наиболее вероятных численных значений статей электробалансов.**

Наиболее вероятные значения объемов расхода электроэнергии каждым из технологических агрегатов при построении соответствующего электробаланса определяются путем распределения достоверно известной по данным учета величины суммарного электропотребления предприятия или его подразделения между конкретными агрегатами. При этом решается оптимизационная задача со целевой функцией (2) и ограничениями (3):

$$z = \sum_{i=1}^n f(W_i) \rightarrow \max, \quad (2)$$

$$W_{i \min} \leq W_i \leq W_{i \max}, \quad W_i > 0, \quad \sum_{i=1}^n W_i = W_{np}, \quad (3)$$

где  $W_i$  – возможный объем электропотребления  $i$ -го агрегата;  $f(W)$  – функция плотности распределения вероятностей электропотребления  $i$ -го агрегата, определённая с помощью имеющихся статистических данных или путем экспертного опроса;  $W_{np}$  – общий объем потребления электрической энергии на предприятии или в его подразделении, известный на основании данных учета.

В результате использования приведенного выше алгоритма могут быть построены более достоверные электробалансы, чем в случае применения упрощенного расчетно-аналитического метода. Такие балансы можно получать для различных периодов времени и по результатам их анализа можно устанавливать показатели, необходимые для проведения оперативного контроля эффективности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волобринский С.Д. Электрические нагрузки и балансы промышленных предприятий. - М. -Л.: Энергия, 1976. -154 с.
2. Находов В.Ф., Бориченко О.В. Йомовірносно-статистичний підхід до побудови енергобалансів виробничо-господарських об'єктів // Промелектро. – 2007. - №6. – С.45-54.
3. В.Ф.Находов, О.В.Бориченко, Д.О.Іванько, І.В.Якобюк Виявлення «проблемних» ділянок схеми електропостачання для ве-

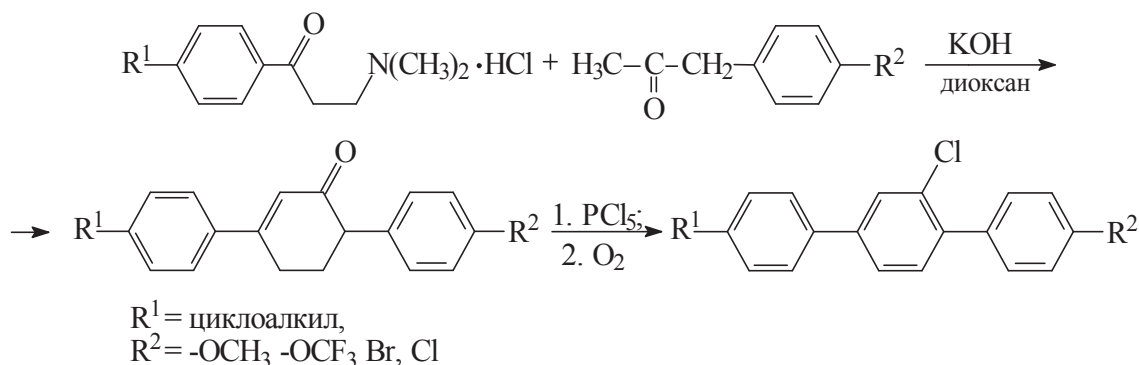
УДК 661.17

Д.А. Литвинов, магистрант; К.И. Трусов, студ.;  
О.И. Александров, доц., канд. техн. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ РЯДА ЦИКЛОГЕКСЕНОНА И ПАРА-ТЕРФЕНИЛА КАК КОМПОНЕНТОВ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

### Синтез циклогексенонов и терфенилов на их основе

В качестве компонентов жидкокристаллических материалов широко применяются вещества, содержащие в своей структуре несколько циклических фрагментов, что позволяет жидкокристаллической фазе существовать в достаточно широком интервале температур [1]. К таким веществам относятся тер- и кватерфенилы, а также их аналоги. В ходе выполнения исследования разработана схема получения мезогенных веществ в два этапа.



### Получение алкиларилциклогексенонов

Первый этап представляет собой нуклеофильное присоединение ( $A_N$ ) по кратной углерод-углеродной связи, сопряженной с электроноакцепторной группой (EWG), и называется реакцией Михаэля. Общее уравнение имеет вид, представленный ниже. Область синтетического применения реакции Михаэля охватывает широкий круг задач, связанных с созданием углерод-углеродных связей в самых различных структурах. Простота описываемого способа проведения реакции присоединения послужила причиной его применения для синтеза аддуктов, которые могут в дальнейшем легко подвергаться внутримолекулярным циклизациям, что обеспечит возможность получения разнообразных циклических соединений.