

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Фатеев Е.М. Ветро двигатели и ветроустановки / Е.М. Фатеев. – Москва, 1957. – 533 с.
- 2 Шефтер Я.И. Использование энергии ветра / Я.И. Шефтер. – Москва, 1983. – 201 с.
- 3 Фатеев Е.М. Ветро двигатели и их применение в сельском хозяйстве / Е.М. Фатеев. – 1962. – 246 с.
- 4 Энергетическое строительство. – 1991. – № 3. – 50-53 с.
- 5 Surse regenerabile de energie . “TEHNICA - INFO”, Chişinău, 1999. – 434 с.
- 6 Brevet de invenție “Generator asincron cu excitație capacitivă”, MD, 2002. – 2 р.
- 7 Кариев Д.А. Модернизация гидроэнергетических установок и использование ВИЭ в энергообеспечении : Автореф. дис. д-ра техн.наук. (05.14.16). – Санкт-Петербург, 1999. – 45-46 с.

ТҮЙІН

В статье показаны пути выбора эффективных ветродвигателей для ветровых энергетических установок.

RESUME

The problem of wind turbine choice for wind power installations is examined in this paper.

УДК 681.138.87

М. Х. Турлыбаев, магистрант

Л. А. Садыкова, кандидат технических наук, доцент

А. В. Ким, старший преподаватель

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, РК

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Аннотация

В данной статье предлагается методика автоматизированного проектирования автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ), охватывающая все этапы процесса: структурный синтез, параметрический синтез, анализ работы системы.

Ключевые слова: *структурный синтез, параметрический синтез, энергоэффективность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость, критерий оптимальности, точность учета, метод исследования пространства оптимизируемых параметров, нормализованный аддитивный критерий.*

Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) является одним из инструментов, позволяющих оценить эффективность мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности. За счет повышения точности учета и автоматизации сбора данных эти системы позволяют планировать энергопотребление и снижать затраты на него. В настоящее время АСКУЭ проектируются целым рядом компаний и организаций. Количество предложений и высокий спрос на эти системы свидетельствуют об актуальности проблемы качественного выполнения анализа и оптимального выбора проектного решения.

Среди внедряемых в настоящее время систем наиболее распространенными являются трехуровневые. Первый уровень представлен совокупностью счетчиков учета электроэнергии. В ряде случаев АСКУЭ дополнительно выполняет функции телеконтроля и телеуправления, для этого на первый уровень системы вводят датчики управления и датчики сигнализации. Второй уровень представлен устройствами сбора и передачи данных (УСПД), которые

выполняют функции сбора данных измерений, передачи данных между сервером системы, датчиками управления и датчиками сигнализации, энергонезависимое хранение данных измерений и т. д. Третий уровень представлен сервером автоматизированной системы, который выполняет функции сбора данных, их хранения, предоставления для отчета и анализа и т. д. Передача данных измерения от счетчиков электроэнергии к УСПД происходит периодически, величину периода передачи называют срезом. Передача данных измерения от УСПД на сервер системы также выполняется периодически, величину периода называют отчетным периодом.

Наличие средств и методик автоматизированного проектирования позволит расширить количество рассматриваемых структур и номенклатуру используемого оборудования. В [1], [2] рассматриваются вопросы автоматизации проектирования АСКУЭ, предложенные решения относятся к отдельным задачам, решаемым при проектировании данных систем. В данной работе предлагается методика автоматизированного проектирования АСКУЭ, охватывающая все этапы процесса: структурный синтез, параметрический синтез, анализ работы системы. Поставленная задача решается как многокритериальная и многопараметрическая, при этом поиск оптимального решения осуществляется в многомерном пространстве параметров, уникальном для каждого этапа проектирования при множестве критериев оптимальности. Показатели качества работы выбранной системы оцениваются при моделировании ее работы. На всех этапах проектирования оцениваются критерии, влияющие на стоимость системы и на ее устойчивость к отказам. Выбор отказоустойчивости системы в качестве критерия обусловлен тем, что для объективной оценки надежности АСКУЭ необходимо выполнить расчет параметров безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости, что является не всегда возможным из-за отсутствия необходимых данных в паспортах элементов системы.

В свою очередь оценку отказоустойчивости проводим по количеству потерянных (информационная составляющая) в результате отказа данных и их стоимости (экономическая составляющая). Наличие комплексной оценки позволит при отсутствии полной информации о режиме работы объекта наблюдения и АСКУЭ провести предварительную оценку отказоустойчивости системы по одной из составляющих, а при достаточном объеме информации проводить оценку с использованием взвешенных коэффициентов.

Структурный синтез

На этом этапе проектирования определяется количество УСПД в АСКУЭ, связи между ними и элементами первого уровня. В качестве критериев оптимальности использовали критерии, определяющие отказоустойчивость системы к отказам элементов второго уровня и стоимость системы.

Критерий оптимальности 1: дисперсия количества данных, передаваемых через УСПД при выбранной структуре:

$$Y_1 = \sum_{j=1}^n (d_j^{\text{УСПД}} - d_{\text{ср}}^{\text{УСПД}})^2 / n \rightarrow \min, \quad (1)$$

где n – число УСПД в выбранной структуре; $d_j^{\text{УСПД}}$ – количество данных, передаваемых через j -й УСПД, бит; $d_{\text{ср}}^{\text{УСПД}}$ – среднее количество данных, передаваемое через один УСПД при выбранной структуре, бит. Данный критерий характеризует информационную составляющую устойчивости системы к отказам элементов второго уровня: АСКУЭ будет наименее чувствительна к отказам УСПД, если их число будет равно числу элементов первого уровня и данные, передаваемые через УСПД, будут равномерно распределены между ними.

Критерий оптимальности 2: дисперсия стоимости данных, передаваемых через УСПД при выбранной структуре:

$$Y_2 = \sum_{j=1}^n (c_j^{\text{УСПД}} - c_{\text{ср}}^{\text{УСПД}})^2 / n \rightarrow \min, \quad (2)$$

где $c_j^{\text{УСПД}}$ – стоимость данных, передаваемых через j -й УСПД, р.; $c_{\text{ср}}^{\text{УСПД}}$ – средняя стоимость данных, передаваемых через один УСПД при выбранной структуре, р.

Данный критерий характеризует экономическую составляющую устойчивости системы к отказам элементов второго уровня: АСКУЭ будет наименее чувствительна к отказам УСПД, если их число будет равно числу элементов первого уровня и стоимость данных,

передаваемых через УСПД, будет равномерно распределена между ними. *Критерий оптимальности 3*: стоимость оборудования второго уровня

$$Y_3 = C_{\text{УСПД}}(n - n_{\min}) \rightarrow \min, \quad (3)$$

где $C_{\text{УСПД}}$ – стоимость одного УСПД, р.; $n_{\min}$ – минимальное число УСПД, которое может быть использовано для обеспечения передачи данных между устройствами первого уровня и сервером АСКУЭ.

Критерий оптимальности 4: стоимость каналов передачи данных между устройствами первого и второго уровней

$$Y_4 = C_{\text{КУСПД}}(L - L_{\min}) \rightarrow \min, \quad (4)$$

где $C_{\text{КУСПД}}$ – стоимость одного метра канала передачи данных между устройствами первого и второго уровней при рассматриваемом проектном решении, р./м; L – общая протяженность каналов передачи данных между устройствами первого и второго уровней при рассматриваемом проектном решении, м; $L_{\min}$ – протяженность каналов передачи данных между устройствами первого уровня и ближайшими устройствами второго уровня при рассматриваемом проектном решении, м.

Критерий оптимальности 5: общая стоимость оборудования второго уровня и каналов передачи данных между устройствами первого и второго уровней

$$Y_5 = Y_3 + Y_4 \rightarrow \min. \quad (5)$$

В качестве оптимизируемых параметров используем число УСПД в системе и множество соединений между УСПД и устройствами первого уровня.

Параметр 1. Число УСПД определяет стоимость системы: чем меньше будет использовано УСПД при выбранной структуре АСКУЭ, тем меньше будет стоимость системы. Однако, использование минимального числа УСПД влечет за собой максимизацию последствий отказа каждого из них, так как увеличивается количество и стоимость передаваемых и сохраненных в элементе памяти УСПД данных, что приведет к уменьшению отказоустойчивости системы. Минимальное количество УСПД определяется количеством каналов передачи данных, необходимых для подключения всех устройств первого уровня, и числом интерфейсов УСПД. Максимальное количество УСПД определяется числом устройств первого уровня.

Параметр 2. Протяженность каналов передачи данных между УСПД и устройствами первого уровня. Минимизация протяженности каналов передачи данных приводит к уменьшению стоимости АСКУЭ. Однако это, в свою очередь, может привести к неравномерности распределения данных и их стоимости между УСПД. Это может привести к неравнозначности отказов устройств второго уровня, что затруднит определение мер по предотвращению или уменьшению влияния отказов УСПД на работу системы. Минимальная протяженность канала передачи данных определяется удаленностью точек подключения (ТП) устройств первого уровня от ближайшего места установки УСПД. Максимальная протяженность канала передачи данных определяется интерфейсом канала передачи данных.

Таким образом, система параметрических ограничений имеет вид:

$$\begin{cases} n_{\min} \leq n \leq c, \\ L_{\min} \leq L \leq L_{\text{инт}}, \end{cases} \quad (6)$$

где $L_{\text{инт}}$ – максимальная протяженность канала передачи данных между устройствами первого и второго уровней с учетом типа интерфейса; $n_{\min}$ – минимальное число УСПД, рассчитывается, исходя из числа каналов передачи данных, необходимых для подключения всех устройств первого уровня и числа интерфейсов УСПД.

Постоянными параметрами при проектировании являются множество соединений между всеми устройствами первого и УСПД (7), множество, элементы которого равны количеству данных, передаваемых каждым устройством первого уровня (8), множество, элементы которого равны стоимости данных, передаваемых каждым устройством первого уровня (9), тип интерфейса канала передачи (10), число интерфейсов УСПД (11):

$$L = \{l_1, l_2, l_{k \times n}\}; \quad (7)$$

$$D = \{d_1, d_2, d_k\}; \quad (8)$$

$$C = \{c_1, c_2, c_k\}; \quad (9)$$

$$L_{\text{инт}}; \quad (10)$$

$$K^{\text{УСПД}} = 1 \dots K, K^{\text{УСПД}} \in N, \quad (11)$$

где N – множество натуральных чисел.

Совокупность параметрических ограничений и критериев оптимальности, выраженных через оптимизируемые и постоянные параметры, представляет собой операционную модель АСКУЭ на стадии эскизного проектирования.

Поиск оптимальной структуры выполняем с помощью генетического алгоритма, где решение представляется в виде вектора («хромосома»), каждый элемент которого указывает на наличие или отсутствие связи между узлами системы, т. е. искомую структуру представили в виде матрицы $Sk \times m$, где k – максимальное количество УСПД в системе, а m – количество ТП. Элемент матрицы $S_{ji} = 1$, если существует соединение между j -м устройством первого и i -м устройством второго уровня и $S_{ji} = 0$, если оно отсутствует, при этом $j = 1, 2, \dots, k$; $i = 1, 2, \dots, m$. Множества D, C, L представим в виде матриц $D, C, Lk \times m$ и на их основании определим количество данных d_j УСПД, стоимость данных, передаваемых через УСПД c_j УСПД и минимальную протяженность кабельных линий для структуры S .

В качестве функции приспособленности используем нормализованный аддитивный критерий

$$Y = \alpha_1 Y_1 / Y_1^{(1)} + \alpha_2 Y_2 / Y_2^{(1)} + \alpha_3 Y_5 / Y_5^{(1)} \rightarrow \min, \sum_{i=1}^3 \alpha_i = 1, \quad (12)$$

где Y_1, Y_2, Y_5 – значения частных критериев (1), (2) и (5) соответственно при текущем проектном решении; $Y_1(1), Y_2(1), Y_5(1)$ – значения частных критериев (1), (2) и (3) соответственно при первом анализируемом проектном решении; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – весовые коэффициенты частных критериев (1), (2) и (5) соответственно.

Используя данную методику на этапе структурного синтеза при равных значениях весовых коэффициентов, получили структуру системы с более равномерным распределением количества данных (дисперсия при исходной структуре равна 0,04, при оптимальной – 0,004) и их стоимости (дисперсия при исходной структуре равна 0,03, при оптимальной – 0,007) между УСПД, исключив из структуры УСПД, отказ которого стал бы критическим для системы.

Параметрический синтез

При выполнении параметрического синтеза определяются устройства, которые будут использоваться для построения АСКУЭ. В качестве критериев оптимальности на данном этапе проектирования использовали критерии, определяющие устойчивость системы к отказам элементов первого и второго уровня и стоимость системы.

Критерий оптимальности 1: стоимость используемого оборудования

$$Y_6 = \sum_{i=1}^n c_i + \sum_{j=1}^m c_j, \quad (13)$$

где c_j – стоимость устройства первого уровня, подключаемого к j -й ТП, р.; c_i – стоимость i -го УСПД, р. Критерий оптимальности 2: отношение количества потерянных при отказе данных к количеству сохраненных данных в системе

$$Y_7 = I^o / (I - I^o), \quad (14)$$

где I – общее количество данных, передаваемых между элементами системы, бит; I^o – количество данных, потерянных в результате отказа элемента системы, бит. Данный критерий характеризует информационную составляющую отказоустойчивости АСКУЭ: чем меньше данных потеряно в результате отказа ее элементов, тем более система устойчива к их отказу.

Критерий оптимальности 3: отношение стоимости потерянных при отказе данных к стоимости данных, сохраненных в системе:

$$Y_8 = C^o / (C - C^o), \quad (15)$$

где C – общая стоимость данных, передаваемых между элементами системы в системе, p ; C_o – стоимость данных, потерянных в результате отказа элемента системы, p .

Критерий характеризует экономическую составляющую отказоустойчивости АСКУЭ: чем меньше стоимость потерянных в результате отказа данных, тем более система устойчива отказу элементов. Оценку критериев $Y7(1)$, $Y8(1)$ провели по максимальной потере данных и по максимальной стоимости потерянных данных для каждого анализируемого типа отказа с учетом вероятности его возникновения.

К параметрам устройств первого уровня, которые определяются характеристиками ТП, относятся: число фаз учета ($n\phi$), величины номинального тока (ni) и номинального напряжения (nu), возможность учета активной энергии в прямом ($A+$) и обратном направлении ($A-$), возможность учета реактивной энергии в прямом ($R+$) и обратном направлении ($R-$). Ряд параметров устройств первого уровня определяется свойствами проектируемой АСКУЭ.

$$\begin{cases} n\phi_i \geq n\phi_i^{TP}, i = 1 \dots m, \\ ni_i \geq ni_i^{TP}, i = 1 \dots m, \\ nu_i \geq nu_i^{TP}, i = 1 \dots m, \\ nr_i \geq nr_i^{TP}, i = 1 \dots m, \\ na_i \geq na_i^{TP}, i = 1 \dots m, \\ nt_i \geq nt_i^{АСКУЭ}, i = 1 \dots m, \\ ts_i \geq ts^{АСКУЭ}, i = 1 \dots m, \\ Int_{ij} = Int_{j}^{TP}, i = 1 \dots m, j = 1 \dots k, \\ Qua_i^{TY} \leq Qua^{АСКУЭ}, i = 1 \dots m \end{cases} \quad (16)$$

и подсистемы ограничений УСПД:

$$\begin{cases} nt_j^{УСПД} \geq nt_j^{АСКУЭ}, \\ Pt_{serv} = Pt_{УСПДj}, \\ Int_{serv} = Int_{jУСПД}, j = 1 \dots k. \end{cases} \quad (17)$$

Данные об оборудовании первого и второго уровней, доступных на рынке, содержатся в базе данных. На основе ограничений (16) и (17) формируется множество оборудования, допустимое к использованию в заданной АСКУЭ.

Постоянными параметрами при параметрическом синтезе являются множества (7)–(9), тип интерфейса канала передачи (10), число интерфейсов УСПД (11) и структура системы, полученная на этапе структурного синтеза и представленная в виде матрицы

$$S_{k \times m}. \quad (18)$$

Совокупности критериев, системы параметрических ограничений и постоянных параметров, описанных выражениями (13)–(15), (16), (17) и (7)–(12), (18) соответственно, представляют собой операционную модель АСКУЭ на стадии технического проектирования.

Для решения задачи используется метод исследования пространства оптимизируемых параметров [3]. Метод заключается в генерации множества проектных решений и формировании на его основе множества Парето. Отличительная черта метода – систематический просмотр многомерной области проектных решений в режиме диалога проектировщика и ЭВМ с удалением неперспективных вариантов, что позволяет оперировать привычными для проектировщика величинами, видя, какой выигрыш по одним критериям могут дать уступки по другим.

Анализ опытной системы проводили для четырех типов отказов: отказ устройства первого уровня, не повлекший отказа элемента памяти, или отказ канала передачи данных между устройствами первого уровня и УСПД; отказ устройства первого уровня, повлекший отказ элемента памяти; отказ УСПД, не повлекший отказа элемента памяти, или

отказ канала передачи данных между УСПД и сервером системы; отказ УСПД, повлекший отказ элемента памяти.

Для каждого типа отказа сформировали множество, элементы которого равны информационной и экономической оценке устойчивости системы к отказам элементов данной системы, для которых характерен данный тип отказа. Таким образом получили множества

$$I_{(КТП)}^0, I_{(ТП)}^0, I_{(КУСПД)}^0, I_{(УСПД)}^0, C_{(КТП)}^0, C_{(ТП)}^0, C_{(КУСПД)}^0, C_{(УСПД)}^0.$$

Число элементов каждого множества равно числу элементов, которые подвержены данному типу отказа. Для оценки экономического ущерба и потери данных использовали элементы полученных множеств, имеющих максимальные значения. Потерю данных и экономический ущерб оценили с учетом вероятности отказа каждого типа:

$$I^0 = P_{(КТП)} I_{\max(КТП)}^0 + P_{(ТП)} I_{\max(ТП)}^0 + P_{(КУСПД)} I_{\max(КУСПД)}^0 + P_{(УСПД)} I_{\max(УСПД)}^0; \quad (19)$$

$$C^0 = P_{(КТП)} C_{\max(КТП)}^0 + P_{(ТП)} C_{\max(ТП)}^0 + P_{(КУСПД)} C_{\max(КУСПД)}^0 + P_{(УСПД)} C_{\max(УСПД)}^0, \quad (20)$$

Величины рассчитываются с учетом времени наработки на отказ, которое определяется по паспорту соответствующего устройства.

Для принятия окончательного решения используем нормализованный аддитивный критерий

$$\min Y = \beta_1 \times Y_6 / Y_6^{(1)} + \beta_2 \times Y_7 / Y_7^{(1)} + \beta_3 \times Y_8 / Y_8^{(1)}, \text{ при } \sum_{h=1}^3 \beta_h = 1, \quad (21)$$

где $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – весовые коэффициенты частных критериев (22)–(24) соответственно; Y_1, Y_2, Y_3 – значения частных критериев (22)–(24), соответственно при первом анализируемом проектном решении.

Используя данную методику на этапе параметрической оптимизации при равных весовых коэффициентах критериев (22)–(24), удалось подобрать устройства, при использовании которых суммарная стоимость системы была снижена на 10 % по сравнению с начальным вариантом при незначительном увеличении вероятности отказа системы (0,001 %).

Моделирование работы системы

Анализ последствий отказов для определения необходимости резервирования элементов системы и оптимизации режима ее работы проводился для каждого устройства первого и второго уровней в различные отрезки времени с учетом длительности функционирования системы. Оценка степени сохранения качества работы системы при отказе ее элементов проводили по количеству и стоимости потерянных данных, для этого использовали соотношения:

$$Q^I = (I - I^0) / I; \quad (22)$$

$$Q^C = (C - C^0) / C, \quad (23)$$

где Q^I, Q^C – коэффициенты сохранения количества и стоимости информации соответственно; I – количество переданной и сохраненной информации при безотказной работе системы, бит; I^0 – количество информации, утерянной в результате отказа элемента системы, бит; C – стоимость переданной и сохраненной информации при безотказной работе системы, р.; C^0 – стоимость информации, утерянной в результате отказа элемента системы, р. Задачу решали с помощью имитационного моделирования, которое позволяет исследовать модель реальной системы при различных условиях функционирования в определенные отрезки времени [4].

Количество данных при отказе ТИ и их стоимость рассчитали по формулам:

$$I_{\text{ТИ}}^0 = \sum_{i=td}^{tr} b_i^{\text{ТИ}}, \text{ бит}; \quad (24)$$

$$C_{\text{ТИ}}^0 = \sum_{i=td}^{tr} c_i^{\text{ТИ}}, \text{ бит}, \quad (25)$$

где td – номера среза, в течение которого произошла последняя передача данных отчетного периода к УСПД; tr – номер среза, в течение которого произошло восстановление ТИ; $c_i^{\text{ТИ}}$ – стоимость учтенной за i -й срез энергии, определили по [5]. Количество данных, потерянных в результате отказа точки сигнализации (ТС) и их стоимость определили по формулам:

$$I_{TC}^o = \sum_{i=td}^{tr} \sum_{v=1}^V b_v^{TC} k_{iv}^{TC}, \text{бит}; \quad (26)$$

$$C_{TC}^o = \sum_{i=td}^{tr} \sum_{v=1}^V c_v^{TC} k_{iv}^{TC}, \text{р.}, \quad (27)$$

где V – число типов посылок информации системы сигнализации; b_v^{TC} – длина пакета посылки информации v -типа, бит; c_v^{TC} – стоимость пакета посылки информации v -типа, р.; k_{iv}^{TC} – число посылок информации v -типа в течение i -го среза. Количество данных, потерянных в результате отказа точки управления (ТУ) и их стоимость определили по формулам:

$$I_{TY}^o = \sum_{i=td}^{tr} \sum_{r=1}^R b_r^{TY} k_{ir}^{TY}, \text{бит}; \quad (28)$$

$$C_{TY}^o = \sum_{i=td}^{tr} \sum_{r=1}^R c_r^{TY} k_{ir}^{TY}, \text{бит}, \quad (29)$$

где R – число типов посылок информации системы управления; b_r^{TY} – длина пакета посылки информации r -типа, бит; c_r^{TY} – стоимость пакета посылки информации r -типа, р.; k_{ir}^{TY} – число посылок информации r -типа в течение i -го среза.

Количество данных, потерянных в результате отказа УСПД, рассчитали как сумму количества данных, передаваемых между сервером системы и ТУ, и ТС, подключенных к отказавшему УСПД. Стоимость данных, потерянных в результате отказа УСПД, определили как сумму стоимостей данных сигнализации, управления и стоимости ущерба ($c_{уТИ}$), полученного в результате отсутствия оперативного доступа к данным измерения.

Анализ работы системы для отказов двух типов (не вызывающих потерю данных, хранящихся в памяти элемента системы, и приводящих к потере данных, хранящихся в памяти элемента системы) позволил выявить ТП, отказы которых являются значимыми при заданном режиме работы. Значимым считали отказ первого типа, в результате которого потеря информации или ее стоимость составила бы более 0,5 %, и отказ второго типа, в результате которого потеря информации или ее стоимость составила бы более 20 % от стоимости сохраненных данных в каждом срезе, для которого проводилось моделирование.

Заклучение

Согласно предложенной методике, поиск оптимального решения осуществляется в многомерном пространстве параметров, уникальном для каждого этапа проектирования при множестве критериев оптимальности. Это позволяет выполнить структурно-параметрический синтез системы при требуемых технико-экономических показателях.

Использование средств моделирования работы АСКУЭ позволяет оценить целесообразность и предусмотреть средства резервирования отдельных устройств на этапе проектирования, оптимизировать режим работы системы. Рассмотренный пример показал, что при равных условиях возможно построение качественно новой АСКУЭ с улучшенными экономическими и техническими характеристиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Целищев Е. Новый путь проектирования систем контроля и автоматики / Целищев Е. и др. // CADmaster. – 2002. – № 2. – С. 60–63.
- 2 Игумнов С.Н. Автоматизация проектирования информационно-измерительной системы коммерческого и технического учета электроэнергии / С.Н. Игумнов // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2008. – № 1. – С. 12–15.
- 3 Соболев И. М., Статников Р. Б. Выборы оптимальных параметров в задачах со многими / И. М. Соболев, Р. Б. Статников. – Москва : Наука, 1985. – 107 с.
- 4 Максимей И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ / И.В. Максимей. – Москва : Радио и связь, 1988. – 232 с.
- 5 Инструкция по применению двухставочного и двухставочно-дифференцированного по зонам суток тарифов на активную электрическую мощность и энергию с основной платой за фактическую величину наибольшей потребляемой активной мощности в часы максимальных нагрузок энергосистемы : утв. Постановлением М-ва энергетики Респ. Беларусь 16.10.02 : текст по состоянию на 1 февр. 2010 г. – Минск : Дикта, 2010. – 15 с.

ТҮЙІН

Берілген мақалада электроэнергиясынын басқаруды бақалаудың автоматтандырылған жүйесінің автоматтандырылған жобалау процесінің барлық кезеңдерін қамтитын тәсілдері келтірілген: құрылымдық синтез, параметрлік синтез, жұмыс жүйесін талдау.

RESUME

In this article is offered the technique of the automated design of ASKUE covering all stages of process: structural synthesis, parametrical synthesis, analysis of work of system.

УДК 614.8.027 (574)

Р. Б. Ширванов, кандидат технических наук, доцент

Н. Б. Хайрова, магистрант

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, РК

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

Аннотация

В настоящей статье на основе анализа статистических данных как по отдельным регионам, так и по отраслям экономики Республики Казахстан в целом выявляются причины и экономические последствия от травматизма работающих, а также предлагается новый подход к оценке условий труда на рабочих местах.

Ключевые слова: безопасные и здоровые условия труда, экономические последствия травматизма и профессиональных заболеваний, опасные и вредные производственные факторы, рабочее место, оценка условий труда, практические мероприятия по устранению травмоопасности.

Обеспечения безопасных и здоровых условий на каждом рабочем месте и в целом на предприятии является одним из главных условий достижения высокого уровня производительности труда, и, как следствие, повышения рентабельности и экономической эффективности производства в целом.

Экономические последствия несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний персонала для работодателей включают в себя следующие потери:

- прямые — затраты по возмещению вреда пострадавшим в результате несчастных случаев, а также расходы на их лечение и реабилитацию.
- косвенные — потеря рабочего времени, требуемого на ремонт вышедшего из строя оборудования и приведение в порядок рабочего места (расчистка и уборка цеха, площадки), восстановление нормальной деятельности предприятия и т.п. Объем потерь рабочего времени из-за простоев оборудования зависит от тяжести несчастного случая.

Основоположник учения об экономических последствиях несчастных случаев, американец Х. Хейнрич еще в 20-х годах прошлого столетия установил соотношение прямых и косвенных потерь в пропорции 1:4. Его соотечественник Ф.Берд в 60-х годах вывел другое соотношение: 1:6. В ряде стран Европы величина потерь, к которым относят потери имущества, включая здания, оборудование и другие материальные ценности, спад производства, снижение качества продукции, то есть косвенные потери, оцениваются для различных производств в 2 - 4,5 раза выше прямых.

Велики экономические потери от травматизма и для предприятий и экономики Республики Казахстан, что подтверждают статистические данные [1]. В таблицах 1 и 2 представлены данные о материальных последствиях несчастных случаев на производстве по