

ЭНЕРГЕТИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

ВЫПУСК 3

**Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2022**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»

Институт энергетики, приборостроения и радиоэлектроники

ЭНЕРГЕТИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

Сборник научных статей магистрантов

Выпуск 3

Научное электронное издание



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2022

УДК 536.7:681.2

ББК 31я43+К9я43+38/9я43

Э62

Ответственный секретарь

С. Н. Баршутин

Э62 Энергетика, приборостроение и радиоэлектроника : сборник научных статей магистрантов / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Т. И. Чернышовой. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ».

ISBN 978-5-8265-2240-0

Вып. 3. – 2022. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 2,3 Мб ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-8265-2485-5

Включены научные статьи магистрантов ФГБОУ ВО «ТГТУ», посвященные проблемам энергетики, приборостроения и радиоэлектроники.

Предназначен для преподавателей, научных работников, аспирантов, магистрантов и студентов, занимающихся научно-исследовательской работой.

УДК 536.7:681.2

ББК 31я43+К9я43+38/9я43

*Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.*

ISBN 978-5-8265-2240-0 (общ.)
ISBN 978-5-8265-2485-5 (вып. 3)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2022

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Акулов Д. В., Марон Е. А., Мицул И. П., Табеев Э. И.</i> Точность определения координат местоположения навигационной системой	6
<i>Аль-Джабуubi Б. З., Фролов С. В.</i> Разработка устройства, обеспечивающего беспроводную передачу энергии для подзарядки батареи капсулы эндоскопа	8
<i>Базелюк Д. Н.</i> Разработка измерительной системы для определения теплофизических свойств сыпучих материалов	9
<i>Воеводкин С. А., Дурнов А. А.</i> Систематическая погрешность косвенных измерений при определении коэффициента теплоотдачи	11
<i>Воеводкин С. А., Дурнов А. А.</i> Случайная погрешность косвенных измерений при определении коэффициента теплоотдачи	13
<i>Дембицкий А. В., Тулунов К. И.</i> Нормативно-правовые основы в сфере энергосбережения и энергоэффективности	15
<i>Дембицкий А. В., Михайлов В. О.</i> Энергетический менеджмент как особый вид управленческой деятельности	17
<i>Долгов С. Б., Хворова Н. А.</i> Анализ и повышение эффективности технологического процесса изготовления блока приемопередающей аппаратуры радиосвязи	19
<i>Долгов С. Б., Хворова Н. А.</i> Технологический процесс изготовления блоков приемопередающей аппаратуры радиосвязи	21
<i>Дурнов А. А., Воеводкин С. А.</i> Определение систематической погрешности при измерении коэффициента теплопроводности сыпучего материала	23
<i>Желудков Д. А., Горшков Р. В.</i> Анализ показателей качества электрической энергии	25
<i>Желудков Д. А., Тулунов К. И.</i> Влияние показателей качества электрической энергии на электрооборудование	27
<i>Карак И. А.</i> Разработка алгоритма для системы поддержки принятия решений врача-офтальмолога	29
<i>Карелин П. И.</i> Метод повышения метрологической надежности информационно-измерительных систем с учетом влияния внешних факторов окружающей среды	31
<i>Кулешов И. В.</i> Обработка результатов исследования вихретокового преобразователя	34

<i>Куликов И. Н.</i> Информационно-измерительная система бесконтактного контроля теплофизических свойств и толщины слоев биметалла	36
<i>Куликов И. Н.</i> Контроль качества металлофторопластового ленточного материала при промышленном производстве	37
<i>Куликов И. Н.</i> Способ бесконтактного неразрушающего контроля толщины и теплофизических свойств изделий	39
<i>Куликов И. Н.</i> Трихроматический оптический преобразователь	41
<i>Курепина Д. С., Овсянников О. А.</i> Имитационное исследование метода неразрушающего контроля	43
<i>Курепина Д. С., Овсянников О. А.</i> Определение теплопроводности материала покрытия	45
<i>Любимов А. А., Ивлев А. Н.</i> Анализ концепции программы рационального энергопотребления для промышленного предприятия	47
<i>Любимов А. А., Кудинов А. Ю.</i> Разработка концепции программы рационального энергопотребления энергоэффективного предприятия	49
<i>Ляшков М. К., Акимова В. А.</i> Влияние несинусоидальности напряжения в электроэнергетических сетях энергии на электрооборудование	50
<i>Ляшков М. К., Акимова В. А.</i> Несимметрия напряжения в электроэнергетических сетях	52
<i>Мамонтов Е. С.</i> Применение малоуглового растрового усреднения	54
<i>Маслов А. А., Филатов М. В.</i> Разработка нового схемного решения для электрокардиографа	56
<i>Милютин А. В.</i> Применение метода анализа иерархий для оснащения кабинета физиотерапии	58
<i>Морозов А. С.</i> Особенности применения термоэлектрических преобразователей	60
<i>Никулин П. Н.</i> Очистка сточных вод	61
<i>Никулин П. Н.</i> Совершенствование технологии гидротермальной карбонизации в промышленном масштабе	63
<i>Никулин П. Н.</i> Химический состав осадка сточных вод из первичных отстойников	65
<i>Никулин П. Н.</i> Экспериментальная установка для гидротермальной карбонизации биомассы	67
<i>Олейников А. А., Михайлов В. О.</i> Преимущество возобновляемой энергетики в сравнении с традиционными	69

<i>Олейников А. А., Ивлев А. Н.</i> Способы получения электричества и тепла из солнечного излучения	70
<i>Павлов А. А., Кудинов А. Ю.</i> Актуальность использования альтернативных источников энергии в Российской Федерации	72
<i>Павлов А. А., Ивлев А. Н.</i> Перспективы использования альтернативных источников энергии	74
<i>Писарчук А. С.</i> Перспективные методы реализации самоорганизующихся сетей в радиотехнике ...	76
<i>Сайфуллозода К. С., Пшенкина А. О., Таенков П. А.</i> Особенности применения многодиапазонных панельных антенн для базовых станций	77
<i>Сайфуллозода К. С., Якушов О. С., Боровкова Е. И.</i> Особенности телекоммуникационного оборудования поколения 5G	79
<i>Скворцов Н. А.</i> Улучшение системы управления протезом руки	81
<i>Толмачев А. П.</i> Моделирование цифрового термометра	83
<i>Филатов М. В., Маслов А. А.</i> Алгоритм программного обеспечения для улучшения зрительного восприятия раневой поверхности закрытой сетчатой гелепрановой повязкой	85
<i>Фролов В. А.</i> Метод тетраполярной грудной реографии	87
<i>Фролов В. А.</i> Устройство для исследования центральной и регионарной гемодинамики	88
<i>Хворова Н. А., Долгов С. Б.</i> Защита радио- и радиорелейных линий связи от радиоподавления противника	90
<i>Хворова Н. А., Долгов С. Б.</i> Методы, способы и средства связи, используемые в процессе управления войсками	92
<i>Шишов И. С., Карелин П. И., Попов И. Е.</i> Многополосные антенны Vpro1 типа для организации покрытия вдоль дорог	94

ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ

Д. В. Акулов, Е. А. Марон, И. П. Мицул, Э. И. Табеев

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Для определения координат и параметров движения подвижных объектов широкое распространение получили навигационные системы, основу которых составляют спутниковые радионавигационные системы (СРНС). В состав навигационных систем также, помимо СРНС, входят различные нерадиотехнические датчики, устройства и системы, обеспечивающие работу при пропадании радиосигналов СРНС. Методы обработки информации в навигационных системах основываются на методах марковской теории оптимального оценивания [1 – 3].

С целью оценивания технических возможностей навигационных систем на основе СРНС для навигационной системы, включающей в свой состав СРНС и датчик скорости (ДС), была разработана функциональная схема системы обработки информации, представленная на рис. 1, и проведен расчет характеристик точности определения координат местоположения.

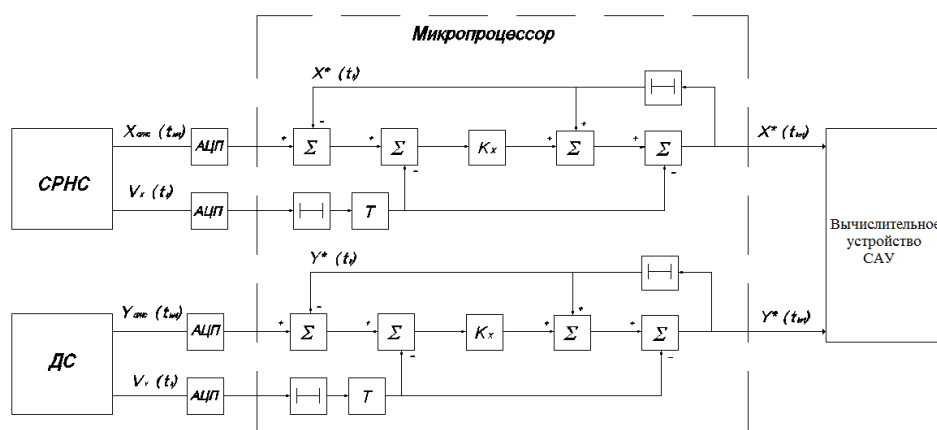


Рис. 1. Функциональная схема системы обработки информации

В состав схемы входят аналого-цифровые преобразователи (АЦП), сумматоры, усилители и линии задержки. Схема имеет два канала обработки и в ней осуществляется оценивание только координат местоположения объекта по осям прямоугольной системы координат OXY . Сигналы с блоков СРНС

и ДС поступают в микропроцессор, в котором происходит обработка поступившей информации и в дальнейшем подаются в вычислительное устройство системы автоматического управления (САУ).

Оценивания координаты местоположения объекта по оси OX проводилось для трех случаев среднеквадратических ошибок определения положения СРНС, когда $\sigma_x = 3$ м, $\sigma_x = 2$ м и $\sigma_x = 1$ м. Полученные результаты приведены в табл. 1.

1. Зависимости апостериорной дисперсии ошибки

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\sigma_x = 3$ м	8,928	4,629	3,300	2,710	2,403	2,232	2,136	2,079	2,044	2,020
$\sigma_x = 2$ м	3,984	2,132	1,610	1,408	1,321	1,280	1,262	1,253	1,250	1,248
$\sigma_x = 1$ м	0,999	0,609	0,539	0,524	0,520	0,519	0,519	0,519	0,519	0,519

Из полученных результатов следует, что с увеличением дисперсии ошибки определения местоположения СРНС увеличивается ошибка определения местоположения навигационной системой. Так при ошибке определения местоположения СРНС $\sigma_x = 3$ м дисперсия ошибки местоположения объекта после 10 секунд оценивания равна порядка 2 м^2 , а при $\sigma_x = 1$ м дисперсия ошибки местоположения объекта после 10 секунд оценивания равна порядка $0,519\text{ м}^2$.

Список литературы

1. Ivanov, A. V. Quasi-Optimal Algorithms for Detection, Identification, and Adaptive Estimation for Information Processing in Navigation Systems of Mobile Ground Objects Based on Satellite Radio Navigation Systems. Journal of Communications Technology and Electronics. – 2020. – № 6(65). – pp. 609 – 618.
2. Ivanov, A. V. Adaptive Algorithms for Information Processing in Navigation Complexes of Mobile Ground Objects. Journal of Communications Technology and Electronics. – 2021. – № 8(66). – pp. 926 – 937.
3. Ivanov, A. V. Application of fuzzy logic for control of the integrity of navigation data of satellite radio navigation systems. 2nd International Conference on Control Systems. Mathematical Modeling. Automation and Energy Efficiency (SUMMA) 11 – 13 Nov. 2020, Lipetsk, Russia.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО БЕСПРОВОДНУЮ ПЕРЕДАЧУ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПОДЗАРЯДКИ БАТАРЕИ КАПСУЛЫ ЭНДОСКОПА

Б. З. Аль-Джабуи, С. В. Фролов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Диагностика заболеваний тонкой кишки в настоящее время является сложной клинической проблемой. Сложности в диагностике заболеваний тонкой кишки обусловлены ее труднодоступностью для методов инструментальной диагностики, низкой информативностью применяемых на сегодняшний день методов диагностики лучевые методы (рентгеноконтрастное исследование, компьютерная и магнитно-резонансная томография, селективная ангиография) как правило, оказываются неинформативными при поверхностных поражениях слизистой оболочки пищеварительного тракта, несут значительную лучевую нагрузку на пациента. Эндоскопическая интестиноскопия до настоящего времени представляет трудоемкость, и невыполнимость у ряда пациентов. Новым технологическим решением в диагностике заболеваний тонкой кишки явилось создание эндоскопической видеокапсулы.

Батареи видеокапсулы работает только восемь часов и в этот период не является достаточным для диагностики пищеварительной системы и оптимальное решение этой проблемы является разрабатывать устройства беспроводной передачи энергии для увеличения работы капсулы эндоскопа.

Работа выполнена под руководством д.ю.н., доц. Фролов С. В. ТГТУ, кафедра «Биомедицинская техника».

Список литературы

1. Dukhin S. S. "Dielectric properties of disperse systems", Surface Colloid Sci 3, 1971, p. 83.
2. Frohlich H. "Theory of Dielectrics", Oxford University Press, Oxford, UK 1955.

РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Д. Н. Базелюк

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(e-mail: dbazelyuk11@gmail.com)

В современном промышленном производстве и сельском хозяйстве широко применяются вещества в сыпучем состоянии, представляющие собой совокупность большого количества твердых частиц, пространство между которыми заполнено газом.

Производственный контроль плотности веществ, представляющих собой гетерогенную систему, состоящую из различных по физическим свойствам фаз, актуален для многих производств. Свойства и поведение сыпучих тел необходимо учитывать при осуществлении ряда механических процессов – измельчение, гранулирование, транспортировка и хранение. Пренебрежение или недоучет свойств сыпучих материалов приводит к нарушению технологического режима, ухудшению качества продукции, нарушению режимов работы оборудования. Поэтому необходимо помнить, что выпуск продукции высокого и стабильного качества зависит не только от использования современного технологического оборудования, но и от методов получения оперативной информации о составе и свойствах используемых веществ.

В данной работе рассмотрена измерительная система (рис. 1) для определения теплофизических свойств сыпучих материалов, достоинствами которой являются: возможность автоматизации управлением хода опыта и сравнительно короткое время его проведения.

Основным элементом измерительной системы, для исследования теплофизических свойств материалов, является измерительная ячейка (рис. 2). В нашем случае, она представляет собой емкость из теплоизоляционного материала 1 в нижней части которой находится нагреватель 2. В измерительную ячейку помещают исследуемый сыпучий материал (образец) 3. Для измерения температур, в основании емкости, предусмотрена установка термодатчиков 4 на нагревателе и на некотором расстоянии от него.

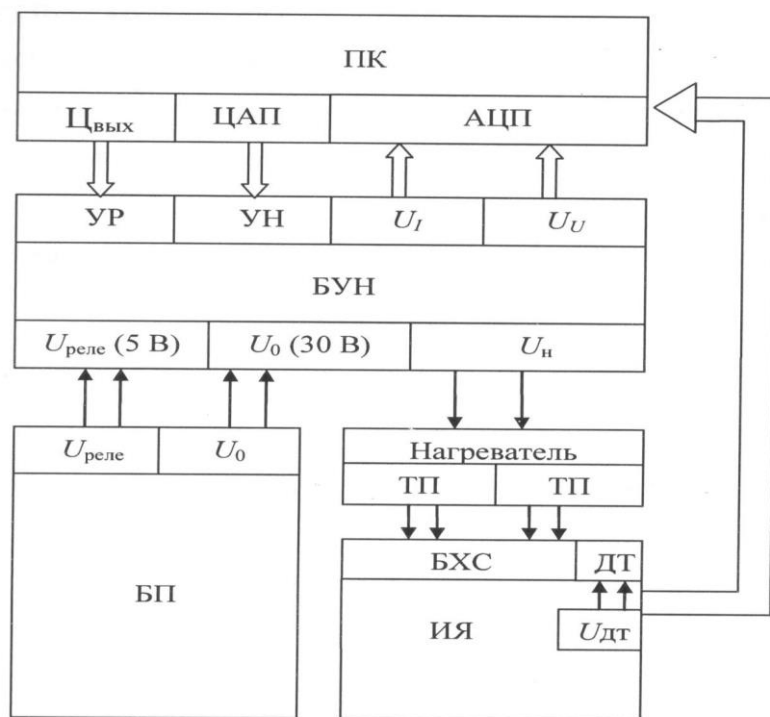


Рис. 1. Схема измерительной системы для определения теплофизических свойств сыпучих материалов

АЦП – аналогово-цифровой преобразователь; БП – блок питания; БУН – блок управления нагревом; БХС – блок холодных спаев; ДТ – датчик температуры; ИЯ – измерительная ячейка; ПК – персональный компьютер; ТП – термоэлектрический преобразователь; УН – управление нагрузкой; УР – управление реле; ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь; Ц_{вых} цифровые выходы; U_{дт} – напряжение, подаваемое на датчик температуры; U_н – напряжение питания нагревателя; U_{реле} – напряжение питания реле; U₀ – напряжение питания блока управления нагревом; U_I – напряжение датчика тока; U_U – напряжение датчика напряжения.

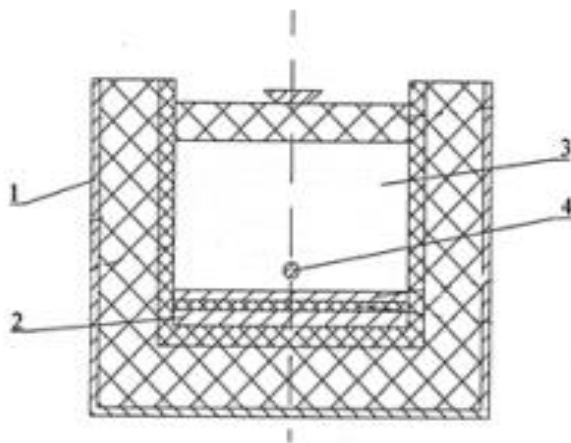


Рис. 2. Схема измерительной ячейки

Таким образом, используя установку, мы можем исследовать теплофизические свойства сыпучих материалов различного назначения, не прибегая к объемным и длительным экспериментам. Результаты исследования могут быть использованы для контроля за качеством сыпучих материалов и назначением режимов работы с ними.

Список литературы

1. Понамарев Е. С., Гаврилов А. И., Тарасенко Н. А. Разработка устройства для измерения плотности сыпучих тел // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 12-3. – С. 517-520;
2. Мищенко С. В., Муромцев Ю. Л., Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова, И. В. Рогов, О. Н. Попов. Многомодельные методы в микропроцессорных системах неразрушающего контроля теплофизических характеристик материалов: учебное пособие – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 112 с.

Работа выполнена под руководством доцента И. В. Рогова.

СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ

С. А. Воеводкин, А. А. Дурнов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Систематические погрешности вызываются причинами, которые действуют одинаковым образом при повторении одних и тех же измерений. Величина этих погрешностей либо остается постоянной, либо меняется закономерным образом. В большинстве случаев эти погрешности можно значительно уменьшить введением поправок к показаниям приборов, применением более точных приборов или изменением метода измерений [1]. Для определения коэффициента теплоотдачи от горизонтальной трубы мы использовали экспериментальную установку и способ измерения описанный в [2]. Коэффициент теплоотдачи определяется по следующему выражению:

$$\alpha = \frac{I \cdot U}{\pi \cdot d \cdot l_p \cdot (\bar{t}_c - t_b)}, \quad (1)$$

где I – сила тока, А; U – напряжение, Вт; d – диаметр трубы, м; l_p – рабочий участок трубы, м; \bar{t}_c – среднеарифметическое значение температуры стенки трубы, °С; t_b – температура воздуха, °С.

Тогда, получаем общее выражение для абсолютной погрешности определения коэффициента теплоотдачи:

$$\Delta\alpha = \pm \left| \frac{\partial\alpha}{\partial I} \Delta\bar{I} + \frac{\partial\alpha}{\partial U} \Delta\bar{U} + \frac{\partial\alpha}{\partial\pi} \Delta\pi + \frac{\partial\alpha}{\partial d} \Delta d + \frac{\partial\alpha}{\partial l_p} \Delta l_p + \frac{\partial\alpha}{\partial\bar{t}_c} \Delta\bar{t}_c + \frac{\partial\alpha}{\partial t_b} \Delta t_b \right|, \quad (2)$$

где $\Delta\bar{I}$, $\Delta\bar{U}$, $\Delta\pi$, Δd , Δl_p , $\Delta\bar{t}_c$ и Δt_b – абсолютные погрешности измерения I , U , d , l_p , \bar{t}_c и t_b , соответственно, а $\Delta\pi$ характеризует точность, с которой будет взята константа π .

Относительная ошибка:

$$\Delta E = \frac{|\Delta\alpha|}{\alpha} = \frac{\Delta\bar{I}}{\bar{I}} + \frac{\Delta\bar{U}}{\bar{U}} + \frac{\Delta\pi}{\pi} + \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta l_p}{l_p} + \frac{\Delta\bar{t}_c}{\bar{t}_c} + \frac{\Delta t_b}{t_b}. \quad (3)$$

Рассчитываем средний коэффициент теплоотдачи:

$$\bar{\alpha} = \frac{\bar{I} \cdot \bar{U}}{\pi \cdot d \cdot l_p \cdot (\bar{t}_c - t_b)} = \frac{0,49 \cdot 38,8}{3,14 \cdot 0,023 \cdot 0,5 \cdot (64,08 - 23)} = 12,82 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}. \quad (4)$$

Вычисляем относительную ошибку измерений по формуле (3):

$$\Delta E = \frac{0,025}{0,49} + \frac{2,5}{38,8} + \frac{0,005}{3,14} + \frac{0,005}{23} + \frac{0,05}{500} + \frac{0,5}{64,08} + \frac{0,5}{23} = 0,146 = 14,6 \%.$$

Тогда абсолютная ошибка измерений будет равна:

$$\Delta\alpha = \bar{\alpha} \cdot \Delta E = 12,82 \cdot 0,146 = 1,872 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}. \quad (5)$$

Таким образом, окончательный ответ, будет выглядеть следующим образом:

$$\Delta\alpha = (12,82 \pm 1,872) \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}},$$

$$\Delta E = 14,6 \%.$$

Таким образом, мы вычислили систематическую погрешность при определении коэффициента теплоотдачи горизонтальной трубы и эти значения достаточно высокие, которые возможно уменьшить, модифицируя средства измерения.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Балашова А. А. ТГТУ, кафедра «Энергообеспечение предприятий и теплотехника».

Список литературы

1. Хоник, В. А. Оценки погрешностей измерений: методические указания / В. А. Хоник. – ВГПУ, Воронеж, 2007. – 10 с.
2. Быченко, В. И. Теплопередача: Лабораторные работы / В. И. Быченко, И. А. Черепенников. – ТГТУ, Тамбов, 1995. – 32 с.

СЛУЧАЙНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ

С. А. Воеводкин, А. А. Дурнов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Случайные погрешности вызываются различными причинами, действующими различным образом в каждом отдельном измерении. Эти причины заранее не известны и их действие заранее не может быть учтено. Случайные погрешности носят непредсказуемый характер. Полностью устранить эти ошибки невозможно, однако их можно значительно уменьшить увеличением числа измерений [1]. Для определения коэффициента теплоотдачи от горизонтальной трубы мы использовали экспериментальную установку и способ измерения описанный в [2]. Опытным путем находим I , U , t_c , t_b . Измерения проводились по пять раз.

Находим среднее значение коэффициента теплоотдачи:

$$\bar{\alpha} = \frac{\bar{I} \cdot \bar{U}}{\pi \cdot d \cdot l_p \cdot (\bar{t}_c - t_b)}, = \frac{0,49 \cdot 38,8}{3,14 \cdot 0,023 \cdot 0,5 \cdot (64,08 - 23)} = 12,82 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}. \quad (1)$$

Вычисляем абсолютную случайную ошибку определения α :

$$S_{\alpha} = \sqrt{\left(\frac{\partial \alpha}{\partial I} \cdot S_{\bar{I}}\right)^2 + \left(\frac{\partial \alpha}{\partial U} \cdot S_{\bar{U}}\right)^2 + \left(\frac{\partial \alpha}{\partial t_c} \cdot S_{\bar{t}_c}\right)^2}, \quad (2)$$

$$\text{где } \frac{\partial \alpha}{\partial I} = \frac{U}{\pi \cdot d \cdot l_p \cdot (\bar{t}_c - t_b)}, \quad \frac{\partial \alpha}{\partial U} = \frac{I}{\pi \cdot d \cdot l_p \cdot (\bar{t}_c - t_b)}, \quad \frac{\partial \alpha}{\partial t_c} = -\frac{I \cdot U}{\pi \cdot d \cdot l_p \cdot (\bar{t}_c - t_b)^2}.$$

Подставляем эти производные в формулу (2), получаем:

$$S_{\alpha} = \bar{\alpha} \cdot \sqrt{\left(\frac{S_{\bar{I}}}{\bar{I}}\right)^2 + \left(\frac{S_{\bar{U}}}{\bar{U}}\right)^2 + \left(\frac{S_{\bar{t}_c}}{\bar{t}_c}\right)^2} = 12,82 \cdot \sqrt{\left(\frac{0,004}{0,49}\right)^2 + \left(\frac{0,8}{38,8}\right)^2 + \left(\frac{0,047}{64,08}\right)^2}$$

$$= 0,284 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Выбираем доверительную вероятность $\alpha_d = 0,9$. И определяем коэффициент Стьюдента $t_{\alpha_d}(n) = 2,1$.

Рассчитываем доверительный интервал:

$$\Delta \alpha = t_{\alpha_d}(n) \cdot S_{\alpha} = 2,1 \cdot 0,284 = 0,6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Далее рассчитываем относительную ошибку:

$$E = \frac{\Delta \alpha}{\bar{\alpha}} \cdot 100 = \frac{0,6}{12,82} \cdot 100 = 4,7 \%.$$

Записываем окончательный ответ:

$$\bar{\alpha} = (12,82 \pm 0,6) \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}, \text{ с } \alpha_d = 0,9,$$

$$E = 4,7 \%.$$

Таким образом, мы вычислили случайную погрешность косвенных измерений при определении коэффициента теплоотдачи от горизонтальной трубы, и эти значения достаточно высокие, которые возможно уменьшить, модифицируя средства измерения.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Балашова А. А. ТГТУ, кафедры «Энергообеспечение предприятий и теплотехника».

Список литературы

1. Хоник, В. А. Оценки погрешностей измерений: методические указания / В. А. Хоник. – ВГПУ, Воронеж, 2007. – 10 с.
2. Быченко, В. И. Теплопередача: Лабораторные работы / В. И. Быченко, И. А. Черепенников. – ТГТУ, Тамбов, 1995. – 32 с.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ В СФЕРЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

А. В. Дембицкий, К. И. Тулунов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Правовые основы государственной политики в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности определяются следующими нормативно-правовыми документами:

– Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 28.12.2013) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2014);

– Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 321 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики»;

– Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 № 1715-р «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года».

Перечисленные документы позволяют сформулировать основные принципы государственной политики в области энергосбережения:

- рациональность – выбор источника энергии оптимального качества;
- комфортность – соответствие образа жизни устойчивому развитию и безопасности;
- бережливость – получение большего количества энергии с меньшими затратами;
- эффективность – использование энергии в максимальной степени на продуктивную деятельность.

Необходимость разработки и реализации государственной политики в области энергосбережения определяется следующими объективными предпосылками:

1. Энергоемкость ВВП России в 2,5 раза выше средних мировых показателей;
2. Энергоемкость производства промышленных продуктов на отечественных предприятиях превышает аналогичный показатель по зарубежным производствам в 1,2-2 раза;
3. Удельный расход энергии на отопление 1 кв. м. площади жилых помещений в России превышает среднемировые значения в 1,5 раза.

В целях преодоления указанных разрывов в России реализуется государственная политика в области энергосбережения, целью которой является надежное обеспечение страны топливно-энергетическими ресурсами, повышение эффективности их использования и снижение антропогенного воздействия топливно-энергетического комплекса на окружающую среду.

Список литературы

1. Лозенко, В. К. Определение базовых принципов энергоменеджмента для построения эффективной системы энергоменеджмента организации / В. К. Лозенко, М. К. Агеев, Д. В. Михеев // Актуальные вопросы экономических наук. – 2014. – № 39. – С. 36-41.
2. Абрамов, Е. И. Мотивационная составляющая энергетической политики в системе энергоменеджмента организации / Е. И. Абрамов // Современные инновации в науке и технике : Сборник научных трудов 4-ой Международной научно-практической конференции: В 4-х томах, Курск, 17 апреля 2014 года / Ответственный редактор Горохов А.А. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2014. – С. 25-29.
3. Абрамов, Е. И. Внедрение систем энергоменеджмента на российских промышленных предприятиях как фактор повышения их устойчивости / Е. И. Абрамов // Менеджмент качества и устойчивое развитие в изменяющемся мире : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Саранск, 28–29 апреля 2016 года / ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева». – Саранск: Индивидуальный предприниматель Афанасьев Вячеслав Сергеевич, 2016. – С. 252-256.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ КАК ОСОБЫЙ ВИД УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А. В. Дембицкий, В. О. Михайлов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Энерго- и ресурсосбережение является одной из важных задач в современном производстве и государственной политике многих стран. Потребление тепловой и электрической энергии является важнейшим условием выживания человека и развития экономики России, включая создание благоприятных и комфортных условий жизнедеятельности. Как было отмечено множеством специалистов и экспертов повышение конкурентоспособности российских предприятий и обеспечения их экономической и энергетической безопасности невозможно без реализации крупномасштабных проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Согласно государственной программе Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» можно выделить следующие барьеры, сдерживающие развитие энергосбережения и энергоэффективности в стране, которые представлены в виде четырех групп факторов:

- недостаток мотивации;
- недостаток информации;
- недостаток опыта финансирования проектов;
- недостаток организации и координации [1].

Именно поэтому на сегодняшний момент значительное внимание должно быть уделено государственной энергетической политике, менеджменту энерго-сберегающих проектов, информационной поддержке и управлению персоналом проекта, а также экономической оценки эффективности реализации.

В соответствии с современными представлениями управленческой науки энергетический менеджмент представляет собой управление энергией как любым другим производственным ресурсом с целью снижения затрат путем улучшения энергетической эффективности. В энергетическом менеджменте

вопросы энергоэффективности рассматриваются не только с позиций технических аспектов энергоснабжения и энергосбережения, но и с позиций организационных, мотивационных, информационных, маркетинговых и инвестиционных аспектов.

Эти аспекты, наряду с техническими вопросами, являются составляющими энергетического менеджмента. К числу важнейших элементов энергетического менеджмента следует также отнести энергетическую политику предприятия [2].

Достижения и поддержание контроля над энергопотреблением – это динамический процесс, который требует постоянной реорганизации, поскольку потребители утрачивают внимание к энергосбережению. Выгоды от инвестирования в энергосбережение требуют переоценки в связи с технологическими изменениями. На этой стадии осуществляется возврат инвестиций и реинвестирование (инвестирование из средств от экономии затрат на энергоресурсы, полученной в результате предыдущего инвестирования) в дальнейшее повышение энергоэффективности.

Список литературы

1. Лозенко, В. К. Определение базовых принципов энергоменеджмента для построения эффективной системы энергоменеджмента организации / В. К. Лозенко, М. К. Агеев, Д. В. Михеев // Актуальные вопросы экономических наук. – 2014. – № 39. – С. 36-41.

2. Абрамов, Е. И. Мотивационная составляющая энергетической политики в системе энергоменеджмента организации / Е. И. Абрамов // Современные инновации в науке и технике : Сборник научных трудов 4-ой Международной научно-практической конференции: В 4-х томах, Курск, 17 апреля 2014 года / Ответственный редактор Горохов А.А. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2014. – С. 25-29.

АНАЛИЗ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЛОКА ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ РАДИОСВЯЗИ

С. Б. Долгов, Н. А. Хворова

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(hvorovanatali@yandex.ru)

Под технологичностью конструкции изделия понимают совокупность свойств конструкции изделия, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте по сравнению с соответствующими показателями однотипных конструкций изделий того же назначения, при обеспечении установленных значений показателей качества и принятых условий изготовления, эксплуатации и ремонта.

В зависимости от вида технологичности конструкции различают производственную, эксплуатационную, ремонтную технологичность и технологичность при техническом обслуживании, технологичность конструкции детали и сборочной единицы, а также технологичность конструкции по процессу изготовления, форме поверхности и размером и материалам.

К качественным характеристикам технологичности конструкции относят взаимозаменяемость, регулируемость и инструментальную доступность конструкции. Количественная оценка технологичности конструкции основана на системе показателей, которые согласно ГОСТ 14.201–73 делятся на три вида:

- базовые показатели надежности;
- показатели технологичности конструкции;
- показатели уровня технологичности конструкции разрабатываемого изделия.

Производственная технологичность конструкции проявляется в сокращении затрат средств и времени на конструкцию и технологическую подготовку производства и процесс изготовления.

Эксплуатационная технологичность проявляется в сокращении затрат средств и времени на технологическое обслуживание изделия.

Для повышения технологичности конструкции РЭС на производстве применяют известные методы, правила, приемы и направления совершенствования: унификация и стандартизация применяемых деталей и сборочных единиц в изделии и их взаимозаменяемость; нормализация конструктивных элементов изделий РЭС; классификация и типизация деталей, сборочных единиц и на их основе технологических процессов изготовления изделий РЭС; использование новых прогрессивных технологий изготовления РЭС и современных материалов, применение автоматизации при проектировании и производстве изделий РЭС – АСТПП, САПР, T-FLEX Технологии.

Главная тенденция производства РЭС состоит в развитии работ по созданию перспективных технологий, автоматизированных производств, управляемых средствами вычислительной техники. Цель автоматизации производства РЭС – повышение производительности труда, улучшение качества продукции, экономия материальных ресурсов, рост коэффициента использования оборудования, улучшение условий труда и безопасности работы, повышение оперативности управления объектом и технического уровня производства.

На данный момент основным направлением автоматизации производственных процессов является внедрение гибких производственных систем. Последние основаны на применении принципов групповой технологии, использовании перепрограммируемого технологического оборудования и программного управления, промышленных роботов и других механизмов.

Список литературы

1. Проектирование и технология радиоэлектронных средств: учебное пособие / З. М. Селиванова [и др.]. – Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-т., 2011. – 164 с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЛОКОВ ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ РАДИОСВЯЗИ

С. Б. Долгов, Н. А. Хворова

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(hvorovanatali@yandex.ru)

Целью функционирования любого предприятия является повышение качества и надежности выпускаемых изделий, уменьшение их себестоимости. Решение этих задач должно быть отражено на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) предприятия и основных этапах технологической подготовки производства. Технологическая готовность производства – это наличие на предприятии полных комплектов конструкторской и технологической документации и средств технологического оснащения, необходимых для осуществления за-данного объема выпуска продукции с установленными технико-экономическими показателями. Единой системой технологической подготовки производства (ЕСТПП) называется система организации и управления технологической подготовкой производства, регламентированная государственными стандартами. Отраслевая система технологической подготовки производства – это система организации и управления технологической подготовкой производства, установленная отраслевыми стандартами, разработанными в соответствии с государственными стандартами ЕСТПП. Система технологической подготовки производства предприятия – система организации и управления технологической подготовкой производства, установленная нормативно-технической документацией предприятия в соответствии с государственными стандартами ЕСТПП и отраслевыми (ОСТПП).

К технологическому процессу сборки и монтажа РЭС предъявляются требования по точности выполнения технологических операций, их надежности и высокой производительности. Поэтому необходима специализация рабочих мест, автоматизация и механизация при выполнении технологических операций сборки узла РЭС, а также общей сборки и монтажа всего изделия.

Сборочная единица – разъемное или неразъемное соединение двух и более деталей. Сборочная единица, входящая непосредственно в изделие, условно называется группой. Все остальные сборочные единицы, собираемые до образования группы, называют подгруппами разного порядка. Подгруппа первого порядка входит непосредственно в состав группы. Подгруппа наивысшего порядка делится только на детали.

Внесение в схему сборочного состава характеристик превращает ее в технологическую схему сборки. Наиболее широко применяемы схемы сборки верного типа и схемы сборки с базовой деталью. Но преимущество отдаем схеме сборки с базовой деталью, так как она указывает последовательность сборочного процесса. При такой сборке необходимо выделить базовый элемент, т.е. базовую деталь, подгруппу, группу. В качестве базовой обычно выбирают ту деталь, поверхности которой будут впоследствии использованы при установке в готовое изделие или при креплении узла к ранее собранным узлам.

Развитие технологических процессов, а также их важнейших технико-экономических показателей происходит в соответствии с определенными закономерностями, которые необходимо тщательно изучать.

В настоящем времени ни в экономической доктрине, ни в практике нет единого мнения по проблемам повышения эффективности технологического процесса, и существует актуальная необходимость ее решения.

Список литературы

1. ГОСТ 14.004–83. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных задач. Общие требования. Введ. 1983-02-09. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1983. –8 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА

А. А. Дурнов, С. А. Воеводкин

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Любые измерения физических величин производятся с определенными погрешностями. Необходимо рассчитать систематические погрешности при косвенных измерениях коэффициента теплоотдачи. Систематические погрешности вызываются причинами, которые действуют одинаковым образом при повторении одних и тех же измерений. Величина этих погрешностей либо остается постоянной, либо меняется закономерным образом. В большинстве случаев эти погрешности можно значительно уменьшить введением поправок к показаниям приборов, применением более точных приборов или изменением метода измерений [1].

Коэффициент теплопроводности определяется по формуле [2] и является функцией семи переменных

$$\lambda = \frac{W_3 \cdot \ln(d_2/d_1)}{(t_{c_1} - t_{c_2}) \cdot 2 \cdot \pi \cdot l_p},$$

где W_3 – полный тепловой поток, d_2 и d_1 – диаметры наружной и внутренней труб соответственно, l_p – длина рабочего участка, t_{c_2} и t_{c_1} – значения температур на поверхностях внутренней и внешней труб, соответственно. Получаем общее выражение для абсолютной погрешности определения коэффициента теплопроводности

$$\Delta\lambda = \pm \left| \begin{array}{l} \frac{\partial\lambda}{\partial I} \Delta I + \frac{\partial\lambda}{\partial U} \Delta U + \frac{\partial\lambda}{\partial d_2} \Delta d_2 + \frac{\partial\lambda}{\partial d_1} \Delta d_1 + \frac{\partial\lambda}{\partial t_{c_1}} \Delta t_{c_1} + \\ + \frac{\partial\lambda}{\partial t_{c_2}} \Delta t_{c_2} + \frac{\partial\lambda}{\partial \pi} \Delta \pi + \frac{\partial\lambda}{\partial l_p} \Delta l_p \end{array} \right|. \text{ Далее}$$

$$\begin{aligned}
|\Delta\lambda| = & \frac{U \cdot \ln \frac{d_2}{d_1}}{\pi \cdot 2 \cdot l_p \cdot (t_{c_1} - t_{c_2})} \Delta I + \frac{I \cdot \ln \frac{d_2}{d_1}}{\pi \cdot 2 \cdot l_p \cdot (t_{c_1} - t_{c_2})} \Delta U + \\
& + \frac{I \cdot U}{\pi \cdot 2 \cdot l_p \cdot (t_{c_1} - t_{c_2}) \cdot d_2} \Delta d_2 + \frac{I \cdot U}{\pi \cdot 2 \cdot l_p \cdot (t_{c_1} - t_{c_2}) \cdot (-d_1)} \Delta d_1 \\
& + \frac{I \cdot U \cdot \ln \frac{d_2}{d_1}}{\pi \cdot 2 \cdot l_p \cdot (t_{c_1} - t_{c_2})^2} \Delta t_{c_1} + \frac{I \cdot U \cdot \ln \frac{d_2}{d_1}}{\pi \cdot 2 \cdot l_p \cdot (t_{c_1} - t_{c_2})^2} \Delta t_{c_2} \\
& ++ \frac{I \cdot U \cdot \ln \frac{d_2}{d_1}}{(-\pi)^2 \cdot 2 \cdot l_p \cdot (t_{c_1} - t_{c_2})} \Delta \pi + \frac{I \cdot U \cdot \ln \frac{d_2}{d_1}}{\pi \cdot 2 \cdot (t_{c_1} - t_{c_2}) \cdot l_p^2} \Delta l_p, \text{ где}
\end{aligned}$$

Тогда $|\Delta\lambda|=0,1067$ Вт/(м·К).

Относительная ошибка систематической погрешности

$$\Delta E = \frac{|\Delta\lambda|}{\bar{\lambda}} = \frac{0,1067}{0,86} \cdot 100\% = 12,4\%.$$

Таким образом, окончательный ответ в рассматриваемом задании будет выглядеть следующим образом $\lambda=(0,86 \pm 0,1067)$ Вт/(м·К).

Список литературы

1. Хоник, В. А. Оценки погрешностей измерений [Текст] / В. А. Хоник, ВГПУ Методические указания. – Воронеж, 2007. – с. 10.
2. Быченко В. И. Теплопередача: Лабораторные работы [Текст] / сост. В. И. Быченко, И. А. Черепенников, Тамбовск. гос. техн. ун-т – Тамбов, 1995. – с. 32.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Балашова А. А.

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Д. А. Желудков, Р. В. Горшков

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Качество электрической энергии характеризуется совокупностью свойств электрической энергии, обуславливающих пригодность ее для нормальной

работы электроприемников в соответствии с их назначением при расчетной работоспособности [1, 2].

Показатели качества электрической энергии (ПКЭ) – это количественные характеристики свойств электрической энергии, определяющие ее качество при производстве, передаче и потреблении.

Контроль качества электрической энергии (КЭ) есть проверка соответствия КЭ установленным требованиям.

Управление КЭ заключается в установлении, обеспечении и поддержании необходимого КЭ путем контроля и целенаправленного воздействия на условия и факторы, влияющие на ее качество.

Основные ПКЭ установлены ГОСТ 13109–97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». Основные определения, термины ПКЭ устанавливаются ГОСТ 23875–88 «Качество электрической энергии. Термины и определения».

ПКЭ подразделяются на две группы: основные и дополнительные. Основные ПКЭ определяют свойства электрической энергии, характеризующие ее качество. Дополнительные ПКЭ представляют собой формы записи основных ПКЭ, используемые в нормативно-технических документах [1].

К основным ПКЭ относятся: отклонение напряжения δU , размах изменения напряжения δU_t , доза колебаний напряжения ψ , коэффициент несинусоидальности кривой напряжения $K_{НСU}$, коэффициент n -ой гармонической составляющей $K_{U(v)}$, коэффициент обратной последовательности напряжения K_{2U} , коэффициент нулевой последовательности напряжения K_{0U} , отклонение частоты Δf , длительность провала напряжения $\Delta t_{п}$, импульсное напряжение $U_{имп}$.

К дополнительным ПКЭ относятся: коэффициент амплитудной модуляции $K_{мод}$, коэффициент небаланса междуфазных напряжений $K_{неб}$, коэффициент небаланса фазных напряжений $K_{неб.ф}$.

Значения ПКЭ в нормальном режиме работы электрической сети не должны выходить за пределы максимальных значений, устанавливаемых ГОСТ

13109–97. При этом в течение не менее 95% времени каждых суток значения ПКЭ не должны выходить за пределы нормальных значений.

ГОСТ 13109–97 определяет требования к качеству электроэнергии в нормальном, аварийном и в послеаварийном режимах, а также нормальные допустимые и максимальные значения ПКЭ.

Нормальным режимом работы электрической сети является установившийся режим работы, при котором работают все элементы электрической сети, предусмотренные при планировании режима, и обеспечивается электроснабжение всех потребителей электрической энергии, подключенных к электрической сети.

Послеаварийным режимом работы электрической сети является режим, возникающий после аварийного отключения поврежденного элемента сети и продолжающийся до восстановления схемы электроснабжения, предусмотренной для нормального режима работы [2].

Список литературы

1. Жежеленко И. В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях / И. В. Жежеленко, Ю. Л. Саенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 252 с.
2. Войнов С. Л. Нормирование показателей качества электроэнергии и их оптимизация / С. Л. Войнов [и др.]. – Гливице – Иркутск, 1988. – 249 с.

ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Д. А. Желудков, К. И. Тулунов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

ГОСТ 13109-97 устанавливает на зажимах электроприемника нормально и предельно допустимое установившееся отклонение напряжения $\pm 5\%$ и предельное $\pm 10\%$ номинального напряжения сети. В точках общего присоединения к сетям напряжением 380 В и выше отклонение напряжения рассчитывается с учетом потерь напряжения в сети и необходимости обеспечить допустимые отклонения напряжения на зажимах электроприемников в режимах наибольшей и наименьшей суточной нагрузки потребителя.

Положительные отклонения напряжения приводят к снижению потерь напряжения и увеличению потерь мощности в сетях, увеличению производительности механизмов с асинхронным приводом. Однако срок службы оборудования сокращается. Особенно это относится к лампам накаливания. Отрицательные отклонения напряжения, главным образом, сказываются на снижении производительности, увеличении потерь напряжения и снижении потерь мощности.

Для оценки ущерба от отклонений напряжения используют экономические характеристики, отражающие зависимость этого ущерба от значения напряжения на выводах электроприемника.

Влияние отклонений напряжения на потребляемую электроприемниками мощность характеризуют статическими характеристиками по напряжению. Эти зависимости в общем случае нелинейные. При малых отклонениях напряжения их можно представлять в виде линейных зависимостей. Вид статической характеристики по напряжению характеризует регулирующий эффект нагрузки. Регулирующим эффектом нагрузки называют изменение потребляемой активной и реактивной мощности нагрузки в процентах при изменении напряжения на 1%.

При снижении напряжения на нагрузке регулирующий эффект нагрузки способствует поддержанию напряжения на приемном конце линии, т.е. на нагрузке, из-за снижения потребляемой мощности и, следовательно, потерь напряжения в линии. В этом заключается положительный регулирующий эффект нагрузки.

Рассмотрим влияние показателей качества напряжения на осветительные лампы. Эффективность работы осветительных ламп главным образом зависит от уровня напряжения на их зажимах. Отклонения напряжения оказывают влияние на такие важные показатели осветительных приемников, как световой поток, освещенность и срок службы.

Газоразрядные и люминесцентные лампы менее чувствительны к изменению напряжения. При уменьшении напряжения до $0,93...0,95 U_{ном}$ освещенность рабочего места снижается на 10-15%. Но при уменьшении напряжения до $0,8U_{ном}$ и ниже зажигание газоразрядных ламп становится невозможным. Регулирующий эффект по активной мощности люминесцентных ламп, включенных по схеме с расщепленной фазой, составляет 1,9%, а по реактивной мощности – 1,6%. Световая отдача люминесцентных ламп снижается приблизительно пропорционально снижению уровня напряжения. При снижении напряжения более чем на 7-10% пуск и работа этих ламп становятся ненадежными. Необходимо также отметить, что снижение освещенности в результате отрицательных отклонений напряжения может привести к снижению производительности труда.

Список литературы

1. Жежеленко И. В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях / И. В. Жежеленко, Ю. Л. Саенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 252 с.
2. Войнов С. Л. Нормирование показателей качества электроэнергии и их оптимизация / С. Л. Войнов [и др.]. – Гливице – Иркутск, 1988. – 249 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ВРАЧА-ОФТАЛЬМОЛОГА

И. А. Карак

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Для установления диагноза врачу необходима система, которая будет в значительной степени оптимальна для получения клинических данных, интерпретации этих данных, а также поддержки принятия решений при назначении терапевтических средств. Система поддержки принятия решения врача представляет собой программное обеспечение, основанное на статистических данных и базах медицинских знаний (рис. 1).

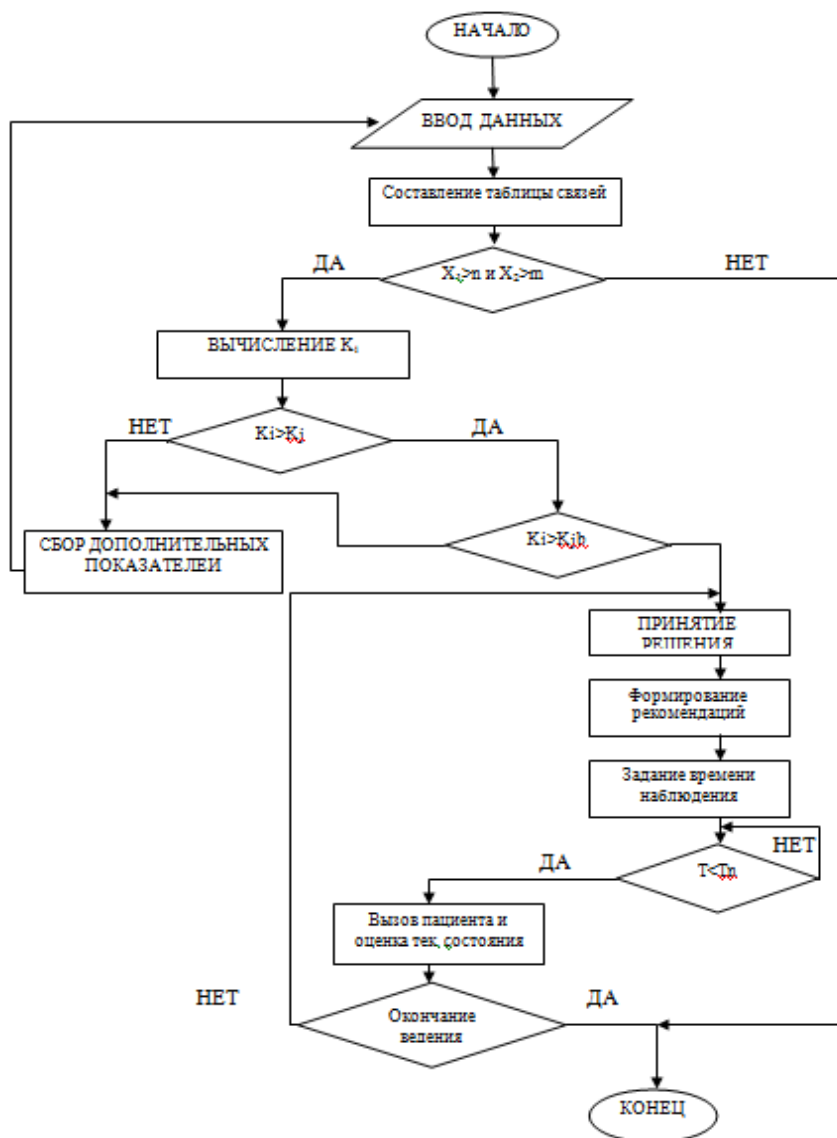


Рис. 1. Алгоритм СППР врача офтальмолога

На первом этапе происходит ввод данных, получаемых врачом от пациента путем проведения исследований и опроса пациента. На втором этапе происходит составление таблицы связей. Происходит это следующим образом: таблица имеет набор признаков и набор патологий. Путем последовательного считывания информации по определенному алгоритму, происходит определение обла-

сти возможных патологий. Признаки и патологии, включенные в таблицу, обрабатываются, и определяется область возможного решения с применением логических операторов на третьем этапе.

После определения области возможных заболеваний происходит расчет коэффициента уверенности в принятом решении K_i – четвертый этап алгоритма, который зависит от сопоставления результатов и данных.

На пятом этапе происходит сравнение полученного коэффициента уверенности с пороговым значением K_j . Если коэффициент уверенности больше порогового значения, то происходит проверка достижимости уверенности K_{jb} .

Если коэффициент уверенности является меньше порогового значения, то происходит переход к сбору дополнительной информации по признакам, что позволяет увеличить количество данных, сформировав дополнительные признаки и расширив область принятия решения, либо увеличить вес коэффициента уверенности. Далее задается время повторного посещения (время наблюдения T_n) и организуется слежение за истечением этого времени. По истечении времени T организуется вызов пациента на повторное обследование с оценкой его состояния [1-2].

Список литературы

1. Фролова, Т. А. Information models of a medical device for itsevaluation / Т. А. Фролова, М. С. Фролова, И. А. Толстухин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 4. – С. 587 – 591.
2. Potlov, A.Y., Frolov, S.V., Proskurin, S.G. Visualization of Anatomical Structures of Biological Tissues by Optical Coherence Tomography with Digital Processing of Morphological Data // Biomedical Engineering. – 2020. – Vol. 54 (1). – pp. 9-13.

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

П. И. Карелин

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

В современных условиях среди различных типов измерительных средств, применяемых в практике эксперимента [1], все большее распространение находят информационно-измерительные системы (ИИС). Сложность и ответственность выполняемых ими функций делают задачу оценки и повышения уровня их метрологической надежности (МН) особенно значимой.

Как известно, МН ИИС определяется метрологической надежностью аналоговых блоков (АБ) входящих в состав их измерительных каналов (ИК). Именно в АБ реализуются основные процессы преобразования измеряемых параметров.

Основным показателем МН АБ измерительных средств является метрологический ресурс (МР) t_p . Таким образом, задача оценки и повышения МН АБ ИИС сводится к задаче оценки и повышения их МР.

Существуют два наиболее эффективных пути повышения МН проектируемых АБ ИИС:

- выбор номиналов элементов проектируемых блоков, обеспечивающих требуемые значения показателей их МН при заданном схемотехническом исполнении рассматриваемого АБ;
- обеспечение для АБ ИИС условий эксплуатации, способствующих повышению показателей их МН.

Для сложных современных ИИС реализация данного метода параметрической оптимизации МН выбором номиналов элементов влечет большие финансовые и временные затраты, так как связана с применением в АБ ИИС дорогостоящих прецизионных элементов. Для таких ИИС более целесообразным и эффективным направлением повышения МН является определение условий эксплуатации, обеспечивающих максимальный уровень МР проектируемых АБ ИИС.

Элементная база АБ имеет тенденцию к старению и, в результате, – к отклонению значений своих параметров от номиналов. Это приводит к искажению выходного измеряемого сигнала, и, соответственно, к увеличению погрешности измерения δ , являющейся основной метрологической характеристикой (МХ) для всех типов ИИС. Влияние факторов окружающей среды (ОС) как

показано в [2], таких как температура T , влажность F , давление P и внешний радиационный фон E значительно ускоряют процесс старения элементной базы аналоговых блоков, тем самым снижая уровень их метрологического ресурса.

Задача повышения МН проектируемых АБ ИИС может быть сформулирована как задача оптимизации выбранного показателя МН, решаемая посредством варьирования значений параметров ОС. При этом выбор параметров ОС должен осуществляться с учетом сохранения функционального назначения блока.

Задача заключается в определении таких значений внешних влияющих факторов ОС для АБ ИИС на этапе их эксплуатации, при которых обеспечивается максимальный уровень МР при условии выполнения требований к уровню выходных сигналов рассматриваемого АБ ИИС и может быть представлена в виде:

$$t_p^* = \max \left\{ \min_{l=1, \dots, L} \{ t_{pl_max} \} \right\} \text{ при } \delta_l(t, \vec{\xi}, \vec{\varphi}) = \text{var}, \quad (1)$$

$$\vec{\varphi} \in \Phi, y_l(t, \vec{\xi}, \vec{\varphi}) \in A_l,$$

где t_p^* – метрологический ресурс ИИС в целом; t_{pl_max} – максимальный МР l -го АБ ИИС, $l = 1, \dots, L$, L – количество АБ в ИК ИИС; $\delta_l(t, \vec{\xi}, \vec{\varphi})$ – относительная погрешность l -го АБ ИИС; t – время эксплуатации; $\vec{\xi} = \{\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n\}$ – вектор параметров элементов АБ, n – количество элементов в АБ; $\vec{\varphi} = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m\}$ – вектор внешних факторов ОС, m – количество внешних факторов ОС; Φ – область значений внешних факторов ОС; $y_l(t, \vec{\xi}, \vec{\varphi})$ – выходная характеристика l -го АБ ИИС; A_l – область работоспособности l -го АБ.

Алгоритм, позволяющий решать поставленную задачу (1), может быть выбран на основе анализа методов параметрической оптимизации.

Важным этапом разработанного алгоритма является математическое моделирование исследуемой метрологической характеристики АБ, в частности относительной погрешности δ .

Одним из начальных этапов разработанного метода повышения МР является оценка уровня МН проектируемого АБ ИИС при заданных исходных зна-

чениях T, F, P и E . Решение данной задачи формируется с применением метода аналитико-вероятностного прогнозирования, основанного на анализе случайных процессов временного дрейфа МХ АБ ИИС с использованием их математических моделей. Такие ММ строятся на основе статистического моделирования значений МХ по данным об изменении параметров элементной базы в процессе предстоящей эксплуатации, представленным зависимостями:

$$\begin{cases} \xi_1(\vec{\varphi}, t) = f_1(\vec{\varphi}, t, \xi_{01}), \\ \xi_2(\vec{\varphi}, t) = f_2(\vec{\varphi}, t, \xi_{02}), \\ \dots \\ \xi_n(\vec{\varphi}, t) = f_n(\vec{\varphi}, t, \xi_{0n}). \end{cases} \quad (2)$$

С учетом указанных внешних факторов ММ исследуемой МХ АБ, построенная на основе анализа структурной и принципиальной схем блока, запишется в виде:

$$\delta = F(x, \vec{\xi}, \vec{\varphi}) = F[x, \vec{\xi}, (T, F, P, E, t)]. \quad (3)$$

Построенная таким образом математическая модель основой для реализации выбираемого метода параметрической оптимизацией.

Список литературы

1. Чернышова Т.И., Чернышов В.Н. Методы и информационно-измерительные системы неразрушающего контроля теплофизических свойств материалов и изделий. Научное издание. [Текст]: монография / Чернышова Т.И., Чернышов В.Н. – СПб: «Экспертные решения», 2016 – 384 с.
2. Чернышова, Т.И. Математическое моделирование при анализе метрологической надежности аналоговых блоков информационно-измерительных систем / Т.И. Чернышова, В.В. Третьяков // Вестник ТГТУ – 2014. – Том 20. № 1. – С. 42 – 47.

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

И. В. Кулешов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(e-mail: kuleschov.ilja2017@yandex.ru)

Для бесконтактного контроля толщин различных проводящих материалов одним из перспективных методов является вихретоковый, на основе которого строятся вихретоковые преобразователи (ВТП), имеющие различные конструкции [1]. Одним из примеров является накладной ВТП с одной катушкой индуктивности – абсолютный ВТП.

В публикации [2] рассматривалось устройство для исследования преобразователей имеющих различные конструктивные особенности.

В работе, связанной с исследованием вихретокового преобразователя, исследовалось влияние воздушного зазора между ВТП и объектом контроля на вносимое напряжение преобразователя при различных частотах питающего напряжения.

Статистическая обработка полученных результатов измерений необходима для того, чтобы в дальнейшем с наибольшей эффективностью, а главное корректно, использовать для построения эмпирических зависимостей статистические методы. Известно, что в бесконтактной измерительной системе между датчиком и объектом контроля необходим воздушный зазор, который предохранит датчик и ОК от повреждений, вызванных их соприкосновениями при температурных деформациях и изменением толщины объекта контроля. Исходя из требований максимальной чувствительности и технических условий, на кривой экспериментальных данных был выбран отрезок, на котором изменение напряжения происходит практически линейно, это происходит на отрезке от 0.5 мм и до 1.2 мм. При аппроксимации данного отрезка (рис. 1) погрешность составила 2,19%

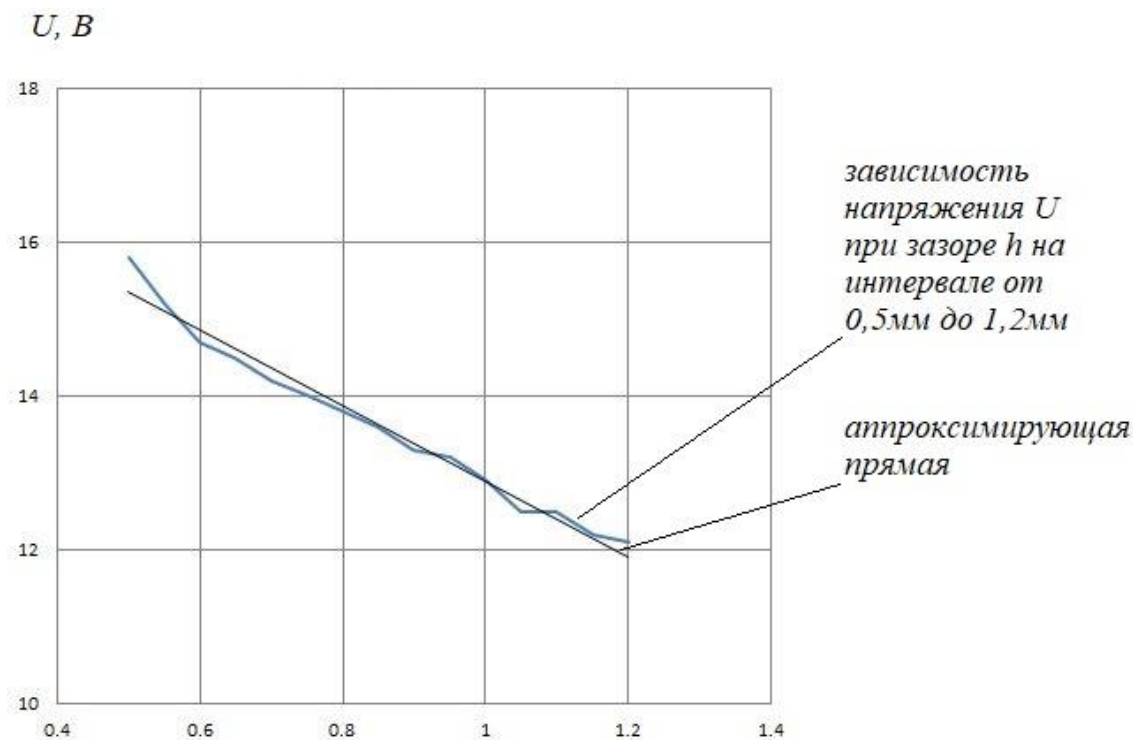


Рис. 1. Аппроксимация интервала на графике от 0.5 мм до 1.2 мм

Статистическая обработка полученных экспериментальных данных изменения напряжения на датчике от изменения воздушного зазора между ВТП и ОК проводилась с помощью программы Microsoft Office Excel 2010. Была построена аппроксимирующая прямая для интервала 0,5–1,2 мм $U(h) = -4.9214x + 17.817$ при этом погрешность составила 2,19%.

Список литературы

1. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий: Справочник, В 2-х книгах / В. Г. Герасимов, А. К. Гурвич, А. П. Дегтерев [и др.]; Под ред. В. В. Клюева. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: Научно-техническое издательство "Машиностроение", 1986. – 352 с.
2. Кулешов, И. В. Устройство для исследования влияния зазора между вихретоковым преобразователем и объектом контроля / И. В. Кулешов, А. П. Пудовкин // Цифровая трансформация в энергетике: Материалы Третьей Всероссийской научной конференции, Тамбов, 21–22 декабря 2021 года. – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет", 2022. – С. 131-133.

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА БЕСКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ТОЛЩИНЫ СЛОЕВ БИМЕТАЛЛА

И. Н. Куликов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Информационно- измерительная система (ИИС) позволяет адаптивно осуществлять поиск оптимального в метрологическом отношении по критерию точности как расстояния от источника энергии до точки контроля температуры, так и скорости движения измерительной головки относительно исследуемого изделия, что обуславливает максимальную точность и полную гарантию сохранения целостности любых исследуемых покрытий. Последнее обстоятельство значительно расширяет диапазон исследуемых изделий.

ИИС реализует метод поиска оптимального расстояния между источником теплоты и термоприемником и оптимальной скорости их перемещения относительно исследуемого изделия.

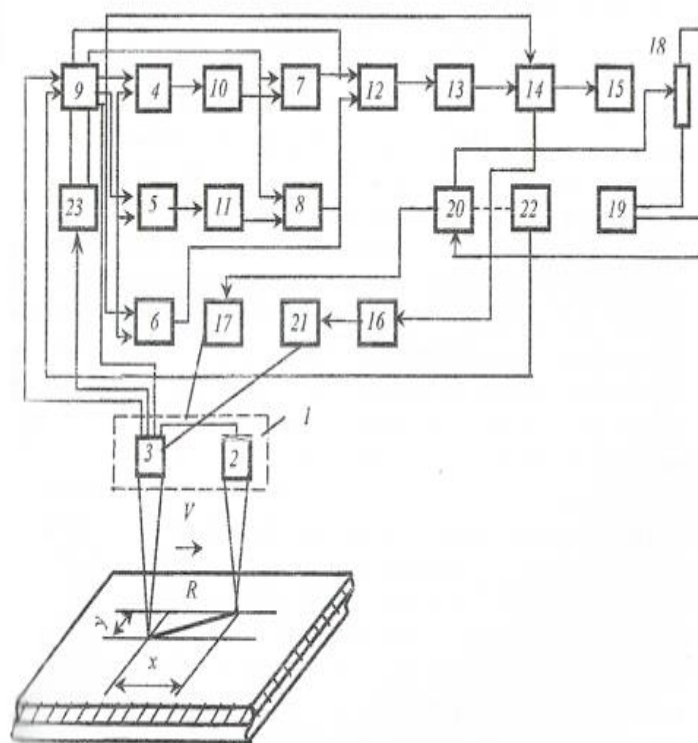


Рис. 1. Информационно-измерительная система бесконтактного контроля качества характеристик

Информационно – измерительная система на рис.1 содержит измерительную головку 1, включающую точечный источник 2 энергии и термоприемник 3, ключевые элементы 4, 5, 6, 7, 8, микропроцессор 9, блоки памяти 10 и 11, блок вычитания 12, усилитель 13, коммутатор 14, реверсивные двигатели 15 и 16, привод 17 перемещения измерительной головки, потенциометр 18, блок питания 19, двигатель постоянного тока 20, имеющий кинематическую связь с тахогенератором 22.

Список литературы

1. Пудовкин А.П., Чернышов В.Н. Неразрушающий контроль качества биметаллов и изделий из них. – М.: «Издательство Машиностроение-1», 2003. – 156 с.
2. Патент RU2182310C1 Российская Федерация, МПК⁷ G01B7/06 . Способ бесконтактного неразрушающего контроля толщины и теплофизических свойств изделий/ Плужников Ю.В., Колмаков А.В., Пудовкин А.П.; патентообладатель Плужников Ю.В. – № 2001100142/28; заявл 03.01.2001; опубл. 10.05.2002

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛОФТОРОПЛАСТОВОГО ЛЕНТОЧНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

И. Н. Куликов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Одна из наиболее актуальной задачи при промышленном производстве металлофторопластовых ленточных материалов является контроль качества толщины, как отдельных слоев биметалла, так и суммарную толщину полученного материала.

Метод непрерывного контроля, показанный на рис. 1, осуществляется следующим образом. Биметаллическая полоса 1 и эталон 2 намагничиваются с помощью П-образных электромагнитов 3 и 4 на фиксированной частоте генератором 5.

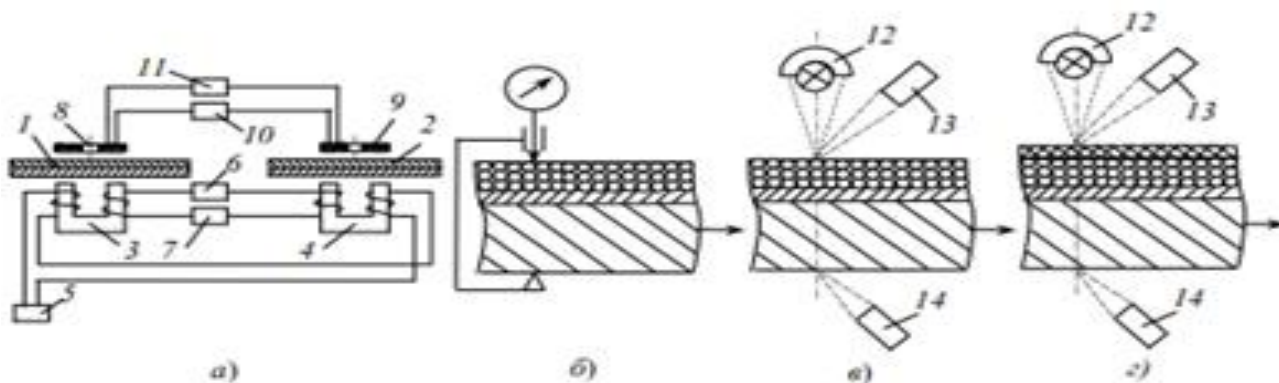


Рис. 1. Схема непрерывного контроля качества металлофторопластового ленточного материала в технологическом потоке ее изготовления:

а – контроль толщины слоев двухслойной биметаллической ленты; *б* – контроль толщины бронзового пористого каркаса после спекания сферических бронзовых частиц летучим микрометром; *в* – контроль пористости бронзового каркаса тепловым методом; *г* – контроль теплопроводности бронзового каркаса, заполненного фторопластом-4 с наполнителем и контроль толщины приработочного слоя

Выпрямленный ток поступает на указатель 7 отклонения толщины ферромагнитного слоя биметаллической полосы от заданной толщины. Экранные измерительная 8 и эталонная 9 катушки расположены соответственно над измерительным электромагнитом 3 и эталонным электромагнитом 4 с противоположной стороны биметаллической полосы 1 и эталона 2. Катушки 8 и 9 соединены последовательно-встречно и напряжения в схеме сравнения направлены навстречу друг другу. Синусоидальный ток, действующий в возбуждающих (первичных) обмотках измерительного и эталонного электромагнитов, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электропроводящем верхнем слое биметаллической полосы. Эти вихревые токи затухают по мере проникновения вглубь исследуемого объекта. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на измерительную 8 и эталонную 9 катушки, наводя в них ЭДС, которые пропорциональны толщине измеряемого верхнего слоя биметалла и эталона. Напряжение эталонной катушки также постоянно, а напряжение измерительной катушки, контролирующей толщину верхнего слоя биметаллической полосы, меняется в зависимости от изменения этой толщины.

Результирующее напряжение будет пропорционально отклонению толщины от заданной эталоном. Выпрямленный ток в выпрямителе 10 поступает на второй указатель 11 отклонения толщины верхнего слоя прокатываемого биметалла от заданной толщины.

Список литературы

1. Патент RU2290604C2. Способ непрерывного контроля толщины слоев четырехслойного металлофторопластового ленточного материала, пористости его металлического каркаса и концентрации входящих в четвертый слой компонент. / Ю.В. Плужников, А.П. Колмаков, А.П. Пудовкин, В.Н. Чернышов, А.В. Челноков, А.И. Дьяконов, А.П. Лаврентьев. 2005г.

2. Патент RU2210058C1 G 01 B 7/06, G 01 N 27/90. Способ непрерывного контроля толщины слоев биметалла с ферромагнитным основанием / Ю.В. Плужников, А.В. Колмаков, А.П. Пудовкин, В.Н. Чернышов. – № 2002102151/28(001924); Заявл. 23.01.2002 // Изобретения (Заявки и патенты). – 2003. – № 22.

СПОСОБ БЕСКОНТАКТНОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗДЕЛИЙ

И. Н. Куликов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

На сегодняшний день методы, а также средства неразрушающего контроля исходных материалов и изделий развиваются достаточно активно.

Сложность и большой объем экспериментальных исследований по определению качества и долговечности синтезированных материалов, а также готовых изделий, требуют как совершенствования традиционных, так и создания новых, более эффективных методов и средств контроля.

На рис. 1 показана схема устройства бесконтактного неразрушающего контроля толщины и теплофизических свойств изделий.

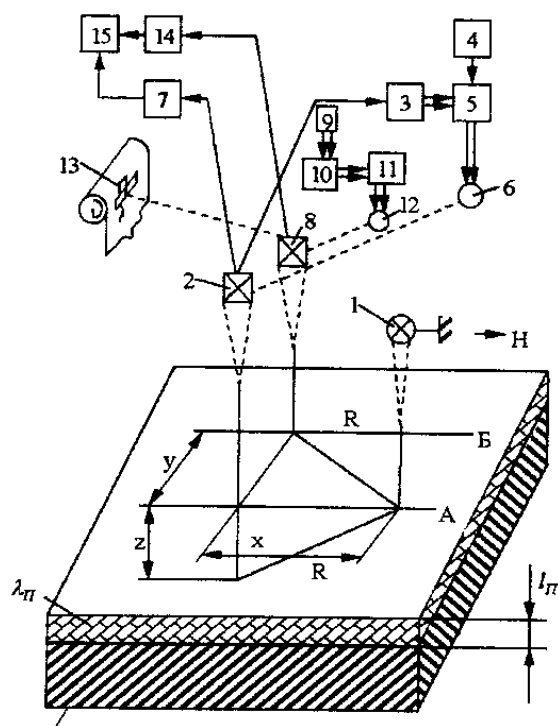


Рис. 1. Способ бесконтактного неразрушающего контроля толщины и теплофизических свойств изделий

Устройство, реализующее способ, содержит в себе источник I тепловой энергии, датчик температур 2 и 8, перемещаемые с постоянной скоростью V относительно измеряемого изделия. Выход датчика температуры 2 и 8 подключены к первому входу вычитающего узла 3 и 10, на вторые входы которых подаются с блоков 4 и 9 задания температур напряжения уставки, моделирующие величину заранее заданной температуры $T_{зад}$ и $T_{зад1}$. Разностный сигнал с выхода вычитающего узла 3 через усилитель 5 мощности поступает на реверсивный двигатель 6, вал которого кинематически соединен с механизмом перемещения относительно источника I тепловой энергии. Разностный сигнал с выхода вычитающего узла 10, через усилитель 11 мощности поступает на реверсивный двигатель 12, вал которого кинематически соединен с механизмом перемещения относительно датчика 2 температуры по линии, перпендикулярной линии движения источника тепловой энергии. Датчик 8 соединен с фиксирующим узлом 13, реализующем запись значений толщины прогрева исследуемых изделий. Датчик 2 и 8 соединены также, соответственно, с преобразователями 7 и 14 линейных перемещений, выходы которых подключены к микропроцессору 15.

Список литературы

1. Патент RU2182310C1 Российская Федерация, МПК⁷ G01B7/06 . Способ бесконтактного неразрушающего контроля толщины и теплофизических свойств изделий [Текст] Плужников Ю.В., Колмаков А.В., Пудовкин А.П.; патентообладатель Плужников Ю.В. – № 2001100142/28; заявл 03.01.2001; опубл. 10.05.2002

2. Кузяев, Д.Р. Метод контроля сплошности соединения слоев многослойных материалов [Текст] / Д.Р. Кузяев; отв. ред. Т.И. Чернышова // Актуальные проблемы энергосбережения и энергоэффективности в технических системах: первая международная конференция с элементами научной школы. / Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов: ИП Чеснокова А.В., 2014. – с. 290-292.

ТРИХРОМАТИЧЕСКИЙ ОПТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

И. Н. Куликов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Суть трихроматического оптического преобразователя, схема которого представлена на рис. 1, заключается в измерении интенсивности излучения в трех участках спектра. Деление входного излучения осуществляется зеркалами, а измерение интенсивности тремя разными фотоприемниками.

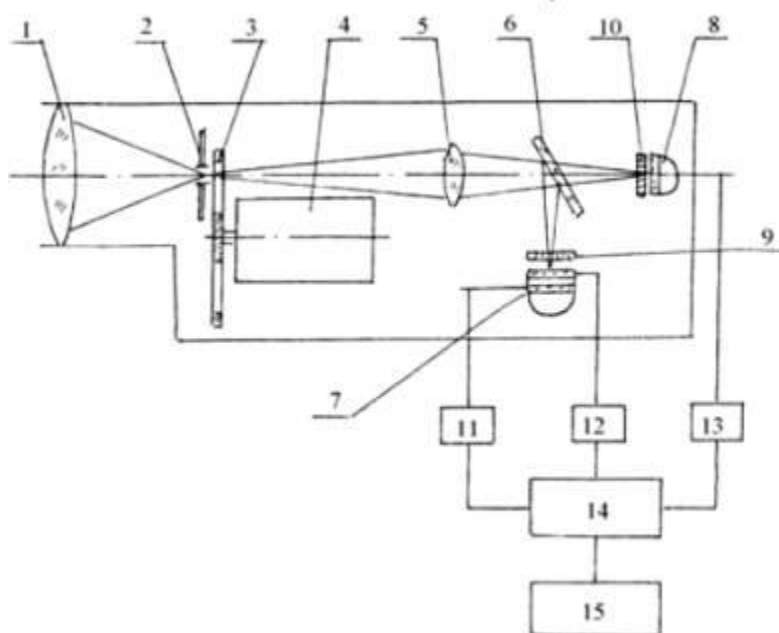


Рис. 1. Схема трихроматического оптического преобразователя температуры

Вычисление температуры производится микропроцессором алгоритмическим методом по трем неизвестным. Оптические преобразователи температуры спектрального отношения способны измерять температуру объекта с высокой точностью благодаря снижению влияния излучательной способности поверхности объекта на результат измерения.

Преобразователь имеет объектив 1, в фокальной плоскости которого расположена полевая диафрагма 2, ограничивающая пучок лучей, поступающих в оптический преобразователь. В непосредственной близости от полевой диафрагмы установлен модулятор 3, вращаемый электродвигателем 4.

На оптической оси объектива 1 расположена промежуточная оптическая система 5, фокусирующая поток излучения на фотоприемники. На некотором расстоянии от оптической системы 5 под углом к оптической оси объектива установлено светоделительное зеркало 6, которое делит поток излучения на две составляющие. В одной составляющей расположен двухплощадочный фотоприемник 7, а в другой составляющей – одноплощадочный фотоприемник 8.

Перед двухплощадочным фотоприемником установлен светофильтр 9, а перед одноплощадочным – фильтр 10. Выход каждого фотоприемника подключен к соответствующему усилителю 11, 12, 13, сигналы с которых поступают на микропроцессор 14, который управляет работой индикатора 15. Светофильтр 9 поглощает излучение видимой части спектра, например в области длин волн $= 0,3 \div 0,6$ мкм. Такое свойство светофильтра необходимо для того, чтобы избежать нежелательной засветки от внутренних стенок трубы преобразователя.

К недостаткам такого преобразователя относится наличие механических деталей (электродвигатель), присутствие зеркала, делящего световой поток, а также наличие нескольких фотоприемников, которые не могут гарантировать идеальную идентичность в измерении входных сигналов. Как следствие снижение надежности и точности измерения прибора.

Список литературы

1. Трихроматический пирометр [Текст] : пат. 2347198 Рос. Федерация: МПК G01J5/00 (2006.01) G01J5/50 (2006.01) / авторы и заявители Орлов И. Я. [и др.]; патентообладатель Сергеев С. С.

2. Пирометр [Текст] : пат. 2437068 Рос. Федерация : МПК G01J5/00 (2006.01) / автор и заявитель Сергеев С. С.; патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского".

ИМИТАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Д. С. Курепина, О. А. Овсянников

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Для имитационного исследования метода применили численное моделирование температурных полей методом конечных элементов с помощью пакета программ Elcut Student.

При постановке задачи и дальнейших расчетах с учетом аппаратного исполнения измерителя выполнены следующие действия [1].

Выбран тип задачи: теплопередача нестационарная; модель – осесимметричная; расчет – обычный. Определены единицы измерения длины сетки и тип системы координат. Заданы временные параметры решения задачи. Принято интегрирование по времени до 250 с, шаг интегрирования 10 с, вывод решения в файл – каждые 10 с. Выстроена геометрия задачи исходя из размеров объектов исследования, подложки и нагревателя, в дальнейшем планируемых для использования в проведении эксперимента. Модель задана симметричной относительно горизонтальной оси. Размер подложки зонда: высота 20 мм, радиус 50 мм. Размеры объекта: толщина полимера 0,5 мм, толщина металлического основания 10 мм. Нагреватель радиусом 4 и высотой 1 мм.

Заданы теплофизические свойства (таблица). Заданы граничные условия. Во вкладке «метки ребер» введены параметры граничных условий для каждой метки ребра. Свойства метки ребра – внешняя поверхность, идеальный тепловой контакт. Построена сетка конечных элементов. После работы решателя, в главном окне программы выведено распределение температуры по толщине

объекта исследования. Выведены термограммы для точек, расположенных на оси симметрии в плоскости контакта подложки измерительного зонда с материалом покрытия, в середине толщины слоя покрытия и на границе раздела покрытия и металла.

1. Теплофизические свойства объектов

№ п/п	Метка блока	Теплопроводность λ , Вт/(м·К)	Теплоемкость c , Дж/(кг·К)	Плотность ρ , кг/м ³
1	Покрытие	0,14	1450	1100
2	Нагреватель	400	385	8890
3	Подложка зонда	0,028	1270	50
4	Сплав алюминия	125	965	2690

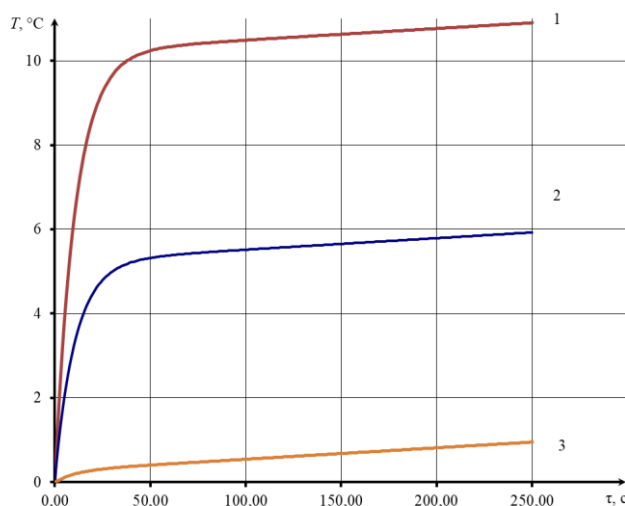


Рис. Термограммы для модели с покрытием толщиной $h_1 = 0,5$ мм

Кривая 1 соответствует сечению с координатой $x = 0,01$ мм толщины покрытия (на оси нагревателя, вблизи границы раздела: подложка зонда – покрытие). Кривая 2 – для сечения с координатой $x = 0,25$ мм. Кривая 3 – для сечения с координатой $x = 0,49$ мм (вблизи границы раздела: покрытие – металл).

Имитационное исследование подтвердило основные идеи, заложенные в разрабатываемый метод.

Работа выполнена под руководством д.т.н., профессора Майниковой Н. Ф. ТГТУ, кафедра «Энергообеспечение предприятий и теплотехника»

Список литературы

1. Жуков, Н.П. Метод неразрушающего определения толщины защитных покрытий / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, И.В. Рогов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017, Т. 23. № 1, – С. 6 –11.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МАТЕРИАЛА ПОКРЫТИЯ

Д. С. Курепина, О. А. Овсянников

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

В работе определяли теплопроводность материала акрилового покрытия неразрушающим способом. Рассматривалось изделие из стали. Сформулирована и решена прямая задача теплопроводности в исследуемой системе. Получено решение, которое представляет собой линейную зависимость, коэффициенты которой связаны с теплопроводностью материала покрытия и его толщиной. По данному выражению, зная толщину покрытия h_1 , можно определить теплопроводность λ_1 при реализации одномерного распространения тепла и достижении режима регуляризации. Получено выражение: $h_1 = \frac{\lambda_1 \cdot b_0}{q}$. Здесь: q – тепловой поток, Вт/м²; h_1 – толщина покрытия, м; λ_1 – теплопроводность, Вт/(м·К).

Можно проводить термический анализ, основываясь на участке термограммы, соответствующем регуляризации теплового режима в области нагревателя и термоприемника [1, 2].

Испытаниям подвергали четыре изделия с различными толщинами покрытий. Экспериментальное исследование проводилось при постоянной мощности теплового воздействия от плоского круглого нагревателя. Напряжение на нагревателе $U = 5$ В. Радиус нагревателя $R_H = 0,004$ м. Временной шаг измерения температуры $\Delta t = 0,25$ с. На основании снятых термограмм определены коэффициенты математической модели b_0 для четыре x опытов (табл. 1).

Результаты экспериментов на стальном изделии с акрилатным покрытием представлены в табл.

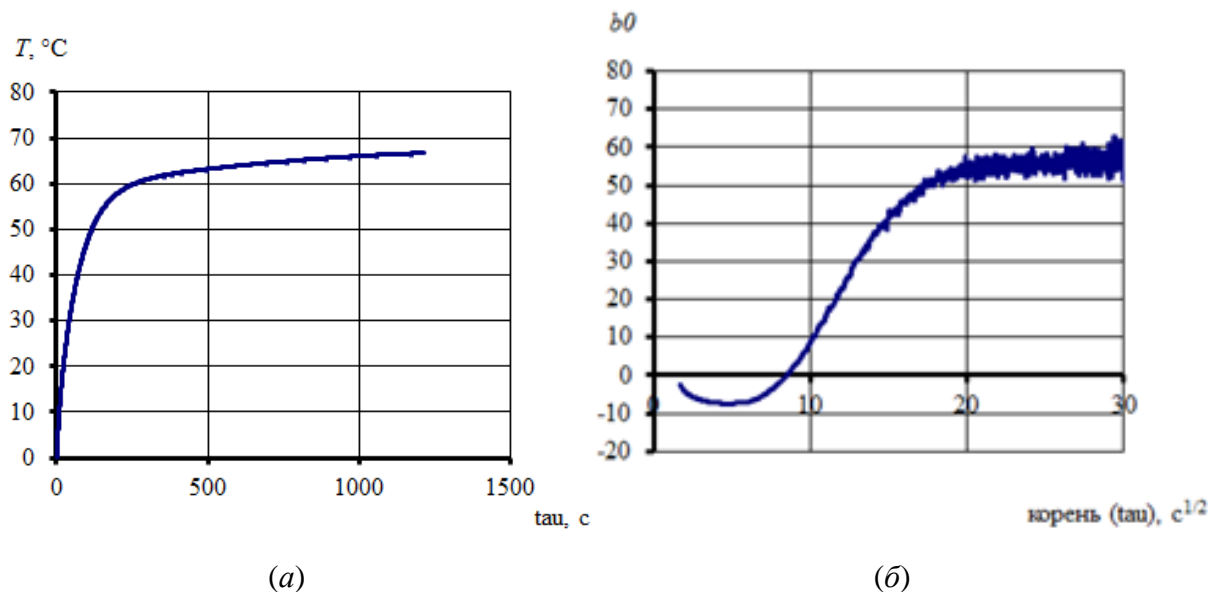


Рис. Термограмма (а) и зависимость $b_0 = (\sqrt{\tau})$ (б)

1. Результаты экспериментов

№ опыта	$h_{ли}, м$	$\lambda_{ли}, Вт/(м·К)$	b_0	$\lambda_1, Вт/(м·К)$	$\delta = \left \frac{\lambda_{ли} - \lambda_1}{\lambda_{ли}} \right \cdot 100\%$
1	0,00049	0,1	49,9677	0,096	4
2	0,00050	0,1	51,0201	0,096	4
3	0,00052	0,1	53,1249	0,095	5
4	0,00054	0,1	55,2298	0,095	5

Результаты экспериментов подтверждают работоспособность метода. Детальное описание метода и измерительной системы, его реализующей, представлены в работах [1, 2].

Список литературы

1. Жуков, Н.П. Метод неразрушающего определения толщины защитных покрытий / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, И.В. Рогов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017, Т. 23. № 1, – С. 6 –11.
2. Жуков, Н.П. Теоретическое обоснование теплового метода неразрушающего контроля двухслойных изделий / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, И.В. Рогов, Н.В. Лунева // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского: Серия технические науки. – 2009. – № 9 (23). – С. 93 – 99.

*Работа выполнена под руководством д.т.н., профессора Майниковой Н. Ф.
ТГТУ, кафедра «Энергообеспечение предприятий и теплотехника»*

АНАЛИЗ КОНЦЕПЦИИ ПРОГРАММЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А. А. Любимов, А. Н. Ивлев

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Для большинства промышленных предприятий (особенно энергоемких) является объективной необходимостью разработка системы концепции по организации системы рационального потребления топливно-энергетических ресурсов и энергосбережения, а также механизмов ее реализации. Данная концепция должна основываться на анализе опыта работы передовых промышленных предприятий России и развитых стран, а также действий предприятий этих стран в условиях энергетических кризисов, которые происходили в 60-70-х годах прошлого столетия. Помимо этого, концепция должна включать новые технологии в области энергосбережения.

Кроме того, концепция управления энергосбережением должна выполнять следующие функции на предприятии:

- энергетическое планирование и нормирование;
- энергетический учет;
- создание организационной системы управления энергосбережением;
- анализ потребления энергоресурсов, на основе которого разрабатываются организационно-технические мероприятия;
- регулирование и контроль, направленное на поддержание оптимальных параметров энергоиспользования.

В качестве основных функций концепции управления энергосбережением можно выделить анализ, планирование, организацию, энергетический надзор и регулирование.

Планирование энергосбережения и разработка целевых программ предполагает применение программно-целевого метода уже на ранних стадиях формирования программы в связи с тем, что именно на этой стадии проводятся прогнозные оценки целевых параметров на анализируемый период, разрабатывается комплекс энергосберегающих мероприятий и должен быть обеспечен учет управляющих воздействий.

Кроме того, разработка программы энергосбережения включает в себя большое количество экспертных оценок, прогнозов, вспомогательных инструментов и в целом разработку общей системы энергетического менеджмента на предприятии. Исходя из этого, можно утверждать, что процесс энергосбережения на промышленном предприятии предусматривает реализацию экономических, организационных и технических мер, разработку которых должны осуществлять соответствующие специалисты. Как результат, разработка программы энергосбережения требует вложения значительных трудовых и финансовых ресурсов.

Список литературы

1. Грушин А.В. Совершенствование методического обеспечения разработки программы энергосбережения на промышленном предприятии. – Казань, 2003. – 139 с.
2. Аминов Р.З., Доронин М.С., Борисенков А.Е. О выборе устойчивых направлений инвестирования энергосбережения // Материалы докладов 2-го международного симпозиума по энергетике, окружающей среде и экономике. Том 2. – Казань: Типография КФ МЭИ, 1998. – с. 63-66.
3. Голубова О.С. Харченко И.В. Эффективность инвестиций в ресурсосберегающие, экологически целесообразные системы при помощи лизинга оборудования (на примере использования сжатого газа в качестве моторного топлива) // Современные проблемы экономики и управления Республики Беларусь. 1999. – с.10-19.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ПРОГРАММЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А. А. Любимов, А. Ю. Кудинов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Кроме того, разработка программы энергосбережения включает в себя большое количество экспертных оценок, прогнозов, вспомогательных инструментов и в целом разработку общей системы энергетического менеджмента на предприятии. Исходя из этого, можно утверждать, что процесс энергосбережения на промышленном предприятии предусматривает реализацию экономических, организационных и технических мер, разработку которых должны осуществлять соответствующие специалисты. Как результат, разработка программы энергосбережения требует вложения значительных трудовых и финансовых ресурсов.

Разработка концепции управления энергосбережением на промышленном предприятии включает следующие этапы:

- конструирование прогнозного потенциала энергосбережения на данном предприятии (в регионе или отрасли) и определение на их основании генеральной цели программы;
- определение совокупности подцелей программы энергосбережения, определение необходимых финансовых и временных ресурсов для реализации данной концепции;
- разработку дерева целей программы, определение важности каждой из определенных ранее подцелей с позиции их вклада в реализацию генеральной цели программы;
- определение ресурсов, необходимых для реализации программы согласно разработанного плана, позволяющего максимально эффективно использовать имеющиеся ресурсы и привлекать недостающие;
- разработку программ энергосбережения, планов реализации, выбор лучшего из них и детальная его проработка исходя из сложившейся внешней и внутренней обстановки на предприятии.

Первый этап требует четкого разграничения зоны действия концепции энергосбережения: основное и вспомогательное производство, производственный и внепроизводственный процесс. Исходя из этого, а также исходя из сформированного прогноза процесса энергосбережения и его характеристик определяется генеральная цель концепции энергосбережения.

Список литературы

1. Грушин А.В. Совершенствование методического обеспечения разработки программы энергосбережения на промышленном предприятии. – Казань, 2003. – 139 с.
2. Аминов Р.З., Доронин М.С., Борисенков А.Е. О выборе устойчивых направлений инвестирования энергосбережения // Материалы докладов 2-го международного симпозиума по энергетике, окружающей среде и экономике. Том 2. – Казань: Типография КФ МЭИ, 1998. – с. 63-66.
3. Голубова О.С. Харченко И.В. Эффективность инвестиций в ресурсосберегающие, экологически целесообразные системы при помощи лизинга оборудования (на примере использования сжатого газа в качестве моторного топлива) // Современные проблемы экономики и управления Республики Беларусь. 1999. – с.10-19.

ВЛИЯНИЕ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЯХ ЭНЕРГИИ НА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

М. К. Ляшков, В. А. Акимова

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Несинусоидальность напряжения влияет на все виды электроприемников. Вызвано это не только тепловым дополнительным нагревом электроприемников от высших гармоник тока, но и тем, что высшие гармоники образуют составляющие прямой последовательности (1, 4, 7-я и т.д.), обратной последовательности (2, 5, 8-я и т.д.) и нулевой последовательности (гармоники кратные трем). Эти последовательности различаются порядком чередования фаз напряжения (тока), чем и вызвано различие в их влиянии на работу электроприемников.

В частности, токи нулевой последовательности создают дополнительное подмагничивание стали в электрических машинах, что приводит к ухудшению характеристик этих электроприемников и дополнительному нагреву статоров АД и магнитопроводов трансформаторов. Обычно высшие гармоники напряжения, суммируясь с основной гармоникой, способствуют повышению действующего значения напряжения на зажимах ЭП.

Высшие гармоники напряжения и тока неблагоприятно влияют на электрооборудование, создавая дополнительные потери в электрических машинах, трансформаторах и сетях, сокращая срок службы изоляции электрических машин и аппаратов, повышая аварийность в кабельных сетях, вызывая сбои в работе систем релейной защиты, автоматики, телемеханики и связи.

Высшие гармоники напряжения и тока влияют также на значения коэффициента мощности, вращающего момента электродвигателей. Однако снижение этих характеристик, даже при коэффициенте искажения формы кривой напряжения 10-15%, оказывается весьма небольшим. Уровень дополнительных активных потерь от высших гармоник в основных сетях электрических систем составляет несколько процентов от потерь при синусоидальном напряжении. В сетях предприятий, крупных промышленных центров эти потери могут достигать 10-15% основных технических потерь [1].

Особенно чувствительны к появлению высших гармоник кабельные линии. Увеличение коэффициента искажения синусоидальной формы кривой напряжения K_U приводит к старению изоляции.

Качество диэлектрика кабелей характеризуется током утечки, определяющим потери в изоляции кабеля. Измерениями [2] установлено, что при $K_U = 6,85\%$ за 2,5 года ток утечки возрастает на 36%, а через 3,5 года на 43%.

При несинусоидальном напряжении наблюдается ускоренное старение изоляции электрических машин, трансформаторов, конденсаторов и кабелей в результате повышенного нагрева токоведущих частей, а также необратимых физико-химических процессов, протекающих под воздействием электрических полей, создаваемых высшими гармониками тока.

Расчеты показывают, что для асинхронных двигателей потери активной мощности при несинусоидальном напряжении незначительны. Такой эффект можно объяснить тем, что токи высших гармоник не проникают в обмотку статора из-за того, что она является достаточно большим сопротивлением, и тем большим, чем больше порядок гармоники. Кроме того, амплитуды гармоник напряжения существенно убывают с ростом порядка гармоники. Исключение могут представлять явления, связанные с резонансами напряжений.

Список литературы

1. Жежеленко И.В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях / И.В. Жежеленко, Ю.Л. Саенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 252 с.
2. Войнов С.Л. Нормирование показателей качества электроэнергии и их оптимизация / С.Л. Войнов [и др.]. – Гливице – Иркутск, 1988. – 249 с.

НЕСИММЕТРИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЯХ

М. К. Ляшков, В. А. Акимова

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Несимметрия напряжения – это несимметрия трехфазной системы напряжений. Характеризуется коэффициентом обратной и нулевой последовательности. Несимметрия напряжений происходит только в трехфазной сети под воздействием неравномерного распределения нагрузок по ее фазам.

Несимметрия напряжения в электрических сетях обусловлена наличием однофазных нагрузок, а также трехфазных, длительно работающих в несимметричном режиме.

При несимметрии напряжений в трехфазных сетях появляются дополнительные потери в элементах электросетей, сокращается срок службы ламп и электрооборудования и снижаются экономические показатели его работы.

При несимметрии напряжений в электрических машинах переменного тока возникают магнитные поля, вращающиеся не только с синхронной скоростью в направлении вращения ротора, но и с двойной синхронной скоростью в противоположном.

В результате возникает тормозной электромагнитный момент, а также дополнительный нагрев активных частей машины, главным образом ротора, за счет токов двойной частоты [1].

Несимметрия напряжений не оказывает заметного влияния на работу ВЛ и кабельных линий; в то же время нагрев трансформаторов и, следовательно, сокращение срока их службы могут оказаться существенными. В случае несимметрии токов трансформатора нагрев масла будет несколько меньше, чем в случае симметричной нагрузки при токе фаз, равном току наиболее загруженной фазы; это объясняется более интенсивным охлаждением обмотки этой фазы. Сказанное относится к случаю, когда наличие несимметричных нагрузок не влечет за собой возникновения токов нулевой последовательности; такие условия имеют место в сетях 10(6)-35 кВ промышленных предприятий, работающих с изолированной или компенсированной нейтралью.

При несимметрии напряжений, составляющей 2%, срок службы асинхронных двигателей ввиду дополнительных потерь активной мощности сокращается на 10,8%, трансформаторов – на 4% [2]. Для того чтобы избежать дополнительного нагрева, нагрузка двигателя (момент на валу) должна быть снижена. При номинальной нагрузке трансформатора и коэффициенте несимметрии токов равном 0,1 срок службы изоляции трансформатора сокращается на 16%.

Список литературы

1. Жежеленко И.В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях / И.В. Жежеленко, Ю.Л. Саенко—3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 252 с.
2. Церазов Л.А. Исследование влияния несимметрии и несинусоидальности напряжения на работу асинхронных двигателей / Л.А. Церазов, Н.И. Якименко // Информационные материалы № 70. – М.: Госэнергоиздат, 1963.

ПРИМЕНЕНИЕ МАЛОУГЛОВОГО РАСТРОВОГО УСРЕДНЕНИЯ

Е. С. Мамонтов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(ewgen.mamont777@yandex.ru)

Когда исследуется биомедицинский объект *in vivo*, зачастую пользуются угловым сканированием зеркала, которые находится перед линзой (фокусирующей), или сканирование самой линзы. Это приводит к увеличению соотношения с/ш в 1.5-2 раза. Для того чтобы, сфокусировать излучение и получить минимальное поперечное пространственное разрешение 5-20 мкм, используют данную геометрию. Дисперсия приводит к тому что, низкое когерентное излучение формируется в пятно не малых размеров, по сравнению с излучением высоко когерентных источников. Такая фокусировка в наружных слоях кожи человека не допускает получить ГКЗ свыше 1.0-1.2 мм.

На рисунке 1 показана схема дистанционного растрового сканирования. Расстояние от сканирующего зеркала и системы линз с малой числовой апертурой NA до объекта составляет 8-12 см, что в 4-10 раз превышает указанное расстояние в стандартных схемах.

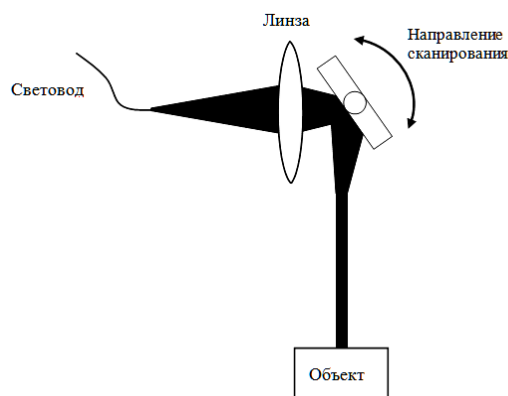


Рис. 1. Схема мало углового растрового сканирования зондирующего излучения в плече образца

Объектом исследования в данном случае является наружная часть луковицы. После усреднения по 5-ти соседним А-сканам в каждой вертикальной линии изображения, происходит значительно изменение контраста (рис. 2).

Стрелочки показывают на структуры, которые хорошо заметны только после усреднения.

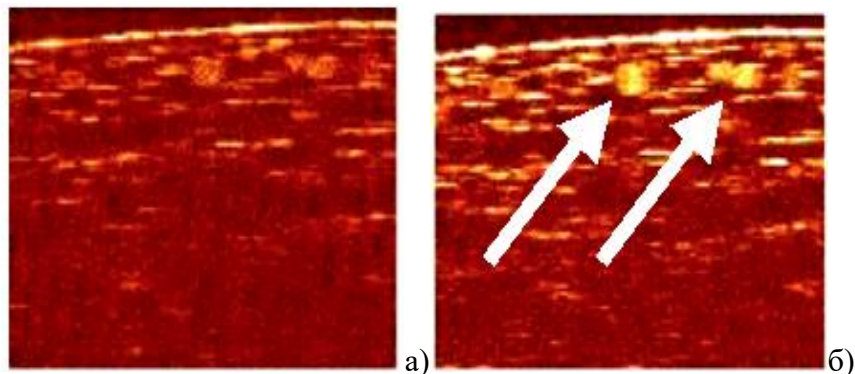


Рис. 2. ОКТ-изображения поверхности лукавицы до (а) и после (б) усреднения

Примененное растровое усреднение в пределах одного пикселя уменьшает спекл-шум и увеличивает соотношение С/Ш на 4-10 дВ. При таком соотношении удалось зарегистрировать фотоны в переходном режиме от отражения и обратного рассеяния, к диффузионному режиму многократного рассеяния [1 – 4].

Такой подход показал, что после нескольких десятков усреднений соотношение сигнал/шум не достигает насыщения.

Список литературы

1. Фролова Т. А., Фролова М. С. Информационные модели для оценки медицинского устройства //Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: материалы IV Международной научно-практической конференции: в 3 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 4. Т.3, с.123-128.
2. Фролова Т.А., Фролова М.С., Толстухин И.А. Information models of a medical device for its evaluation //Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2015. Том 21. №4. С.587-591.
3. Potlov A.Yu., Proskurin S.G., Frolov S.V. Three-dimensional representation of late arriving photons for the detection of inhomogeneous in diffuse optical tomography // Quantum Electronics. – 2014. – Vol. 44(2), – pp. 174–181.
4. Proskurin S.G., Potlov A.Yu., Frolov S.V. Doppler mapping of an alternating-sign flow with a complex structure using optical coherence tomography // Quantum Electronics. – 2014. – Vol. 44 (1), – pp. 54–58.

РАЗРАБОТКА НОВОГО СХЕМНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФА

А. А. Маслов, М. В. Филатов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(maslov5525@mail.ru)

В процессе сердечной деятельности образуются электрические импульсы, которые возможно зарегистрировать при помощи такого технического прибора, как электрокардиограф. Основной проблемой является точность измерения и большие помехи из-за очень малой амплитуды кардиосигнала.

Патент № 2063167 (РФ). Способ получения электрокардиограммы и устройство для его осуществления / А.С. Боровик [1].

Изобретение относится к медицинской радиоэлектронике и может быть использовано для исследования сердечно-сосудистой системы человека (рис. 1).

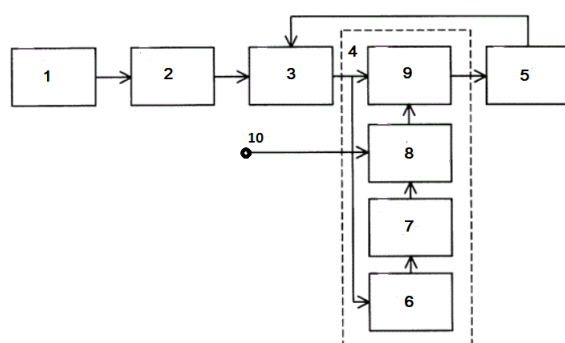


Рис. 1. Устройство для получения электрокардиограммы

Основными недостатками устройства для получения электрокардиограмм является влияние шумов квантования АЦП на процесс фильтрации и малый динамический диапазон Т и Р зубцов затрудняющий их анализ.

Для устранения этого недостатков необходимо заменить цифровую обработку аналоговой. Это позволит увеличить точность измерения электрических потенциалов сердца, а также ввести новый блок 3, управляемый ограничитель уровня сверху, и обратные связи с ЭВМ 6, с блоком 3 и блоком 10 управляемым фильтром. Остальные блоки останутся без изменений, то есть с 1 блока элек-

тродов поступает сигнал на инструментальный усилитель – блок 2, сигнал после усиления поступает на блок 3 – ограничитель уровня сверху, а после на блок фильтрации 4, состоящий из ФНЧ – блок 7, после фильтра низких частот сигнал поступает на дифференциатор для нахождения первой производной, после на функциональный преобразователь для преобразования производной кардиосигнала с возможностью ручного регулирования 11, далее сигнал проходит через управляемый полосовой фильтр 10, в зависимости от амплитуды напряжения сигнала $F_{cp} = 40\text{Гц}$ и $F_{cp} = 100\text{Гц}$ и поступает на блок 5 – аналогово-цифровой преобразователь с которого оцифрованный сигнал поступает на блок 6 – ЭВМ (рис.2).

Новый способ заключается в том, что в период действия R-зубца на ограничитель уровня сверху 3 поступает сигнал с ЭВМ 6 и ограничивает R-зубец до уровня T зубца, что после позволит усилить сигнал, из-за введенной связи ЭВМ 6 с полосовым управляемым фильтром 10, для задания коэффициента усиления, в среднем 2,3 раза, при этом увеличится динамический диапазон T и P зубцов.

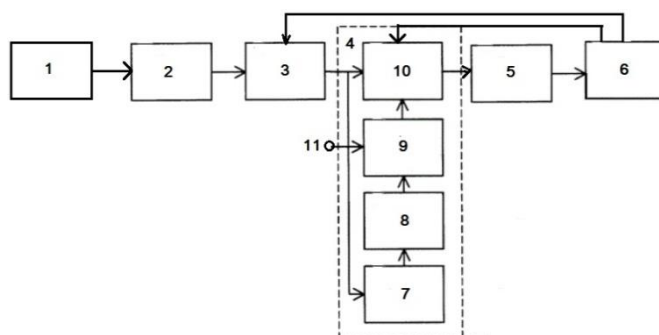


Рис. 2. Разработанное устройство для получения электрокардиограммы

Список литературы

1. Патент № 2063167 (РФ). Способ получения электрокардиограммы и устройство для его осуществления / А.С. Боровик и др. – МПК А61В 5/0402, заявл. 18.05.92, публ. 10.01.96, Бюл. №19.
2. Зудбинов Ю. И. Азбука электрокардиографии и боли в сердце. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008.-235 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ КАБИНЕТА ФИЗИОТЕРАПИИ

А. В. Милютин

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Оснащение кабинета медицинского учреждения медицинским оборудованием является сложной задачей, которая требует должного уровня образования и знаний. В решении данного вопроса может помочь система поддержки принятия решений.

Метод анализа иерархий (МАИ) предполагает декомпозицию проблемы на все более простые составляющие части и обработку суждений лица, принимающего решение. В результате, определяется относительная значимость полученных таким образом векторов, которые являются оценками в шкале отношений и соответствуют так называемым жестким оценкам [2].

Для достижения данной цели использован метод анализа альтернатив (рис. 1).

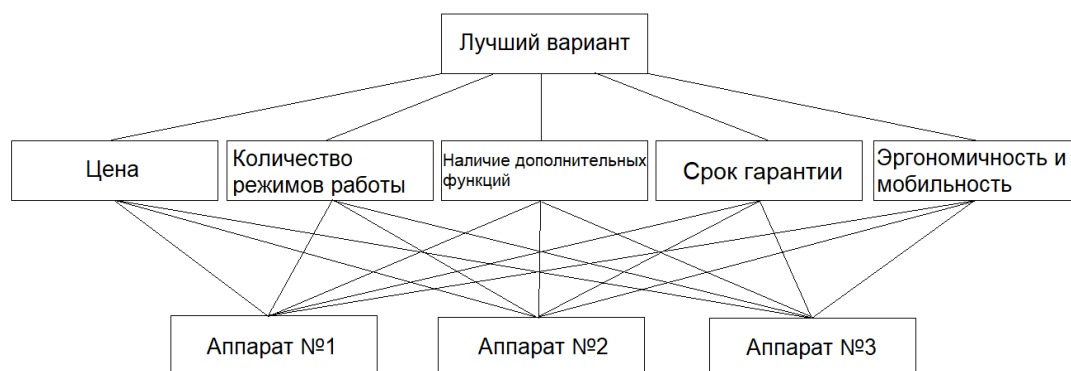


Рис. 1. Построение дерева альтернатив

Суть метода заключается в построении матриц сравнений (табл. 1). Первым действием является сравнение критериев между собой, чтобы выделить наиболее и наименее важные. По диагонали матрица заполняется единицами, правый верхний угол, заполняется экспертом, который сравнивает критерии и альтернативы. Затем проводится нормировка матрицы, находится сумма по столбцам, каждый элемент матрицы делится на сумму соответственно и

находится среднее значение по строкам, полученный столбец является весом критериев по цели.

1. Матрица попарных сравнений

	Цена	Количество режимов работы	Наличие дополнительных функции	Срок гарантии	Эргономичность и мобильность
Цена	1	3	1	1/2	5
Количество режимов работы	1/3	1	1/4	1/7	1/2
Наличие дополнительных функции	1	4	1	1	6
Срок гарантии	2	7	1	1	8
Эргономичность и мобильность	1/5	1/2	1/6	1/8	1

Следующим шагом будет сравнение вариантов по критериям (табл. 2), для этого необходимо создать аналогичную матрицу для сравнения вариантов (альтернатив) каждого критерия.

После сравнения альтернатив по критериям, необходимо также провести нормировку и найти среднее значение по строкам.

Заключительным действием является умножение полученной матрицы сравнения альтернатив на столбец весов критериев, получаем веса альтернатив с точки зрения достижения цели.

Список литературы

1. Джарратано, Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Д. Джарратано, Г. Райли ; пер. с англ. – М. : ООО И.Д.Вильямс. – 2007. – 1152 с.
2. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 278 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

А. С. Морозов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(lekha814@yandex.ru)

Шарль Анри Пельтье в 1834 г. опубликовал статью о температурных эффектах вблизи спаев цепи из различных проводников при пропускании через них постоянного электрического тока. Это исследование положило начало термоэлектрическим преобразователям на эффект Пельтье – суть эффекта заключается в выделении или поглощении тепла в зоне, где контактируют разнородные проводники, по которым проходит электрический ток. Возможности применения эффекта Пельтье разнообразны.

Практически элементы Пельтье применяются в ситуациях, когда необходимо охлаждение с небольшой разницей температур, или энергетическая эффективность охладителя не важна. Например, элементы Пельтье применяются в маленьких автомобильных холодильниках, так как применение компрессора в этом случае невозможно из-за ограниченных размеров и, кроме того, необходимая мощность охлаждения невелика. Элементы Пельтье часто применяются: в компьютерной технике; в радиоэлектрических устройствах; в медицинском и фармацевтическом оборудовании; и т.п.

Коэффициент Пельтье Π является производной термоэлектродвижущей силы и температуры (соотношение Кельвина):

$$\Pi = Q \cdot T$$

Количество теплоты, которая в результате эффекта Пельтье выделяется на стыке двух проводников (см. рис 1.), составляет

$$W = (\Pi_a - \Pi_b) \cdot I$$

Тепловой поток (W) зависит от разности коэффициентов Пельтье и пропорционален проходящему электрическому току I .

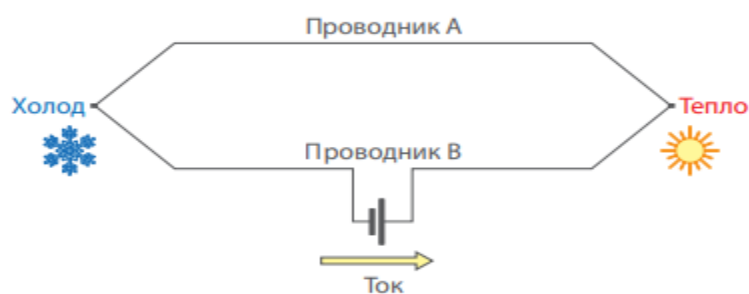


Рис. 1. Схема включения термоэлектрических преобразователей

Термоэлектрическое охлаждение. С технической точки зрения эффект Пельтье можно использовать для охлаждения. Напротив охлаждаемой стороны с температурой T_0 находится тепловой резервуар с температурой T_1 .

$$(T_0 - T_1)_{\max} = 1/8 \cdot (P_a - P_b) \cdot \sigma/\lambda$$

Максимально достигаемая разность температур изменяется пропорционально электрической проводимости σ и обратно пропорционально теплопроводности λ , что является противоположными свойствами.

После детального изучения эффекта Пельтье, элемент требует дополнительных мер и исследований по изучению безопасного и рационального использования модулей Пельтье в качестве охлаждающих устройств, это явление считается чрезвычайно перспективным и полезным для человека.

Список литературы

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: учеб. пособ.: Для вузов. В 10 т. Т. VIII. Электродинамика сплошных сред. – 4-е изд., стереот. – М.: Физматлит, 2000. – 656 с.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

П. Н. Никулин

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Под сточными водами в [1] подразумевается смесь хозяйственно-бытовых, производственных, поливомоечных вод, отводимых/попадающих в централизованные бытовые системы водоотведения, а также смесь хозяйствен-

но-бытовых, производственных и поверхностных сточных вод, отводимых/попадающих в централизованную общесплавную систему водоотведения.

В соответствии с п. 1 ст. 30 Федерального закона № 416-ФЗ “О водоснабжении и водоотведении” контроль состава и свойств сточных вод, отводимых абонентами в центральной системе водоснабжения, осуществляется организацией, осуществляющей водоотведение, либо уполномоченной ею организацией в соответствии с программой контроля состава и свойств сточных вод в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Информации о том, в отношении каких категорий абонентов должен осуществляться контроль, в данном Федеральном законе не содержится.

Под очисткой сточных вод принято понимать мероприятия по устранению загрязнений и примесей в бытовых или промышленных стоках, перед сливом их в водоемы. Очистка проводится на специальных очистных сооружениях.

Схема этапов очистки приведена на рис. 1.

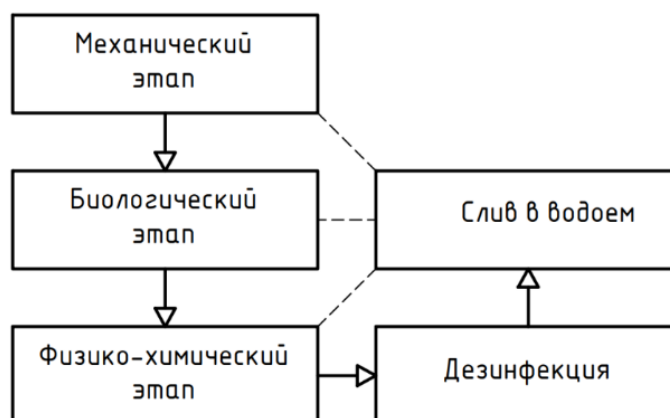


Рис. 1. Этапы очистки сточных вод

Процесс очистки состоит из нескольких этапов:

- механический этап (предварительный этап на котором происходит отделение нерастворимых примесей, зачастую методом фильтрации);
- биологический этап (на данном этапе происходит деградация органической составляющей сточных вод, простейшими микроорганизмами);
- физико-химический этап (на данном этапе происходит нейтрализация элементов и химических соединений, не удаленных на ранних этапах);

– дезинфекция (окончательное обеззараживание стоков происходит как правило при помощи установок ультрафиолетового облучения);

Как видно из рисунка 1, процесс очистки может не включать в себя обязательно все этапы и заканчиваться сливом в водоем после какого-либо определенного в зависимости от степени загрязнения исходных сточных вод и требований по сбросам.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Кузьмина С.Н. ТГТУ, кафедра «Энергообеспечение предприятий и теплотехника»

Список литературы

1. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения: Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 декабря 2018 г. N 860/пр и введен в действие с 26 июня 2019 г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ КАРБОНИЗАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОМ МАСШТАБЕ

П. Н. Никулин

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Для перевода результатов исследования гидротермальной карбонизации осадка сточных вод, для использования их в промышленности предлагается технологическая схема их переработки на рис. 1.

Технологическая схема (рис. 1) включает в себя реактор гидротермальной карбонизации (4) с греющей «рубашкой» и газораспределительной решеткой, через которую поступает оживающий агент – перегретый водяной пар – и создает бескислородную среду для процесса гидротермальной карбонизации.

Тепло, необходимое для процесса карбонизации, поступает от нагретой выше температуры карбонизации стенки реактора и от перегретого водяного пара.

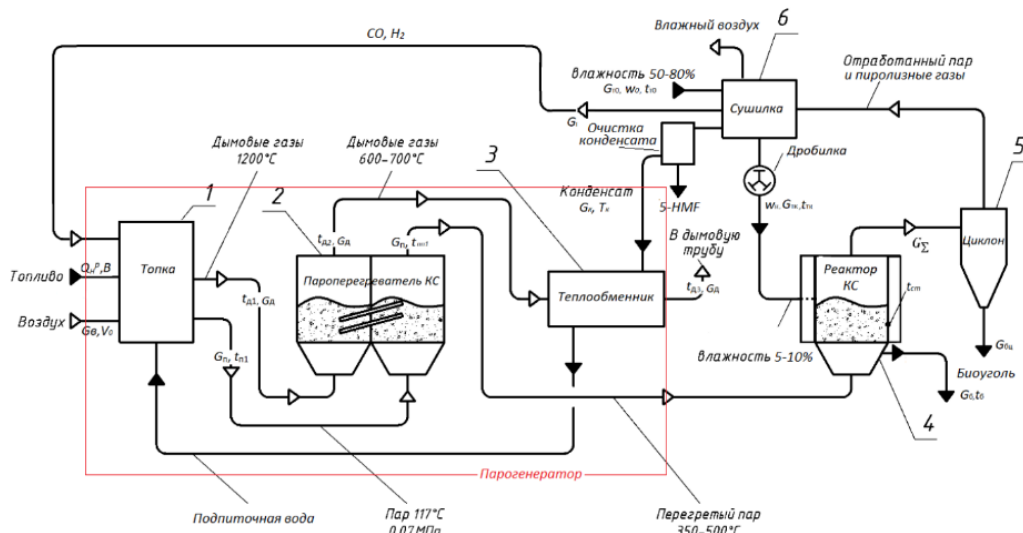


Рис. 1. Технологическая схема промышленной установки для гидротермальной карбонизации осадка сточных вод:

- 1 – топка; 2 – пароперегреватель; 3 – теплообменник; 4 – реактор кипящего слоя;
5 – циклон; 6 – сушилка

В реактор с кипящим слоем (4) подают предварительно измельченный в дробилке до нужного диаметра и высушенный в сушилке (6) осадок сточных вод из первичных отстойников, нагретый до температуры выше температуры конденсации, для исключения конденсации перегретого пара внутри реактора.

Полученный из осадка сточных вод биоуголь выгружается из реактора. Часть мелкодисперсного биоугля, унесенного из реактора с кипящим слоем, отделяется в циклоне (5).

Отработанный перегретый водяной пар и газообразные продукты гидротермальной карбонизации поступают в сушилку (6), где пар конденсируется, отдавая тепло исходному осадку. Конденсат после очистки поступает в парогенератор, завершая цикл.

Неконденсированные горючие газы продуктов гидротермальной карбонизации осадка поступают на дожигание в парогенератор (1, 2, 3), оборудованный дополнительно газовой горелкой. Парогенератор с кипящим слоем использует в качестве топлива влажный исходный осадок, решая при этом еще и проблему его утилизации.

В конструкцию парогенератора предлагается включить пароперегреватель с кипящим слоем, использующий загрязненные дымовые газы. В дальней-

шем возможно включение в технологическую схему процесса и генерацию электрической энергии за счет утилизации избыточного тепла или повышения энергетической ценности неконденсированных газов [1].

Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Кузьмина С.Н. ТГТУ, кафедры «Энергообеспечение предприятий и теплотехника»

Список литературы

1. Isemin, R. On the Possibility of Using Poultry Litter as a Biofuel for Electricity Production / R. Isemin, O. Milovanov, N. Muratova, A. Mikhalev, V. Zaichenko // 18th INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC GEOCONFERENCE S G E M 2018. CONFERENCE PROCEEDINGS. – 2018. – Vol.18. – P.523 – 530.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД ИЗ ПЕРВИЧНЫХ ОТСТОЙНИКОВ

П. Н. Никулин

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Осадки сточных вод представляют собой водные суспензии минеральных и органических веществ различного состава и происхождения, выделяемые из сточных вод в процессе их механической, биологической или физико-химической очистки (реагентной) с объемной концентрацией полидисперсной твердой фазы от 0,5 до 10%.

Осадки относятся к классу труднообезвоживаемых полидисперсных суспензий. Как и во всех суспензиях, влага в осадках сточных вод находится в химической, физико-химической и физико-механической связи с твердыми частицами, а также в свободном виде.

Осадок, образующийся в процессе очистки сточных вод, характеризуется различным составом и свойствами, которые зависят от условия образования, метода очистки и условия эксплуатации очистных сооружений. Основная часть сухого вещества осадка из первичных отстойников (в среднем 60–75%) и активного ила (в среднем 70–75%) составляют органические вещества. Органиче-

ская часть активного ила в основном состоит из веществ белкового происхождения (до 50%) при содержании жиров и углеводов, соответственно, до 30–10%. В сыром осадке из первичных отстойников белков примерно в 2 раза меньше, а углеводов в 2,5–3 раза больше, чем в активном иле.

Общее влагосодержание в осадках называют понятием «влажность» и физические свойства осадков зависят от нее. Сырой осадок при влажности более 90% – жидкая текучая масса; 82–90% – консистенция сметаны; 82–86% – жидкая грязь; 80–82% – влажная земля.

Сухое вещество осадка из первичных отстойников имеет следующий элементарный состав, % по массе: углерод – 35,4–87,8%; водород – 4,5–8,7%; сера – 0,2–0,7%; азот – 1,8–8%; кислород – 7,6–31,4%.

Сухое вещество активного ила содержит: 44–75,8% углерода; 5,6–8,2% водорода; 0,9–2,7% серы; 3,3–9,8% азота; 12,5–43,2% кислорода [1].

Химический состав вещества осадка, используемого в работе (осадок из первичных отстойников), представлен в табл. 1.

1. Состав осадка

Материал	Содержание компонентов (на сухое вещество)						
	C,%	H,%	N,%	S,%	O ₂ ,%	Зола,%	Низшая теплота сгорания МДж/ кг
Осадок из первичных отстойников	42,7	5,5	4,9	0,6	29,9	16,4	16,7

Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Кузьмина С.Н. ТГТУ, кафедра «Энергообеспечение предприятий и теплотехника»

Список литературы

1. Хисамеева Л.Р., Селюгин А.С., Абитов Р.Н., Бусарев А.В., Урмитова Н.С. О-23 Обработка осадков городских сточных вод: учебное пособие / Л.Р. Хисамеева, А.С. Селюгин, Р.Н. Абитов, А.В. Бусарев, Н.С. Урмитова. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2016. – 105 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ КАРБОНИЗАЦИИ БИОМАССЫ

П. Н. Никулин

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Установка для гидротермальной карбонизации работает следующим образом.

Исходные осадки сточных вод из бункера 2 подаются в реактор 1, в который подается перегретый водяной пар. Пар генерируется в электродоувле, производительностью до 30 кг/час, а затем подается в электрический пароперегреватель, в котором нагревается до температуры 250 – 350 °С. Он имеет избыточное давление не выше 0,07 МПа.

Перегретый водяной пар поступает в реактор 1 и переводит в псевдоожженное состояние осадок сточных вод. Боковые стенки реактора 1 обогреваются, что обеспечивает тепловой энергией процесс гидротермальной карбонизации.

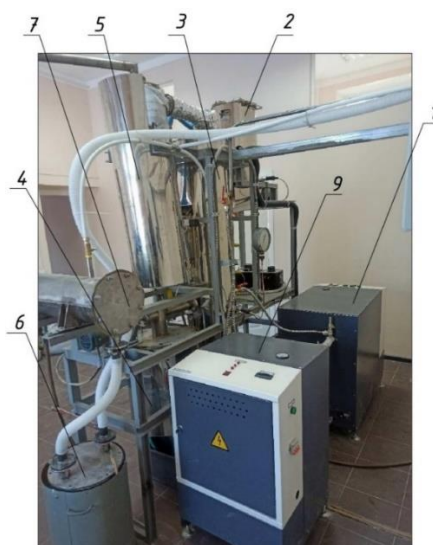
Осадок сточных вод загружаются и выгружаются из реактора 1. Обработанный биоуголь подаются в бункер 3 и может быть в дальнейшем направлены на финишную обработку, например, на гранулирование.

Отработанный водяной пар в смеси с газообразными продуктами гидротермальной карбонизации поступает в циклон 4, в котором из парогазового потока отделяются частицы биоугля, уносимые из кипящего слоя.

Затем парогазовый поток направляется в конденсатор для охлаждения пара. Конденсат, собранный в сборнике 8, подвергался химическому анализу, для определения концентрации 5-гидрометилфурфулола. Состав несконденсированных газов (СО, СО₂, Н₂, СН₄) оценивается с помощью газоанализатора VarioPlus, подключенному к установке.



а)



б)

Рис. 1. Общий вид установки:

1 – паровой котел, 2 – бункер исходной биомассы, 3 – реактор для гидротермальной карбонизации, 4 – бункер для биоугля, 5 – циклон, 6 – емкость для конденсата, 7 – конденсатор, 8 – пульт управления, 9 – пароперегреватель.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Кузьмина С.Н. ТГТУ, кафедры «Энергообеспечение предприятий и теплотехника»

Список литературы

1. Аэров, М. Э. Гидравлические и тепловые основы работы аппаратов со стационарным и кипящим зернистым слоем / М. Э. Аэров, О. М. Тодес. – Л.: Химия, 1968. – 512 с.

ПРЕИМУЩЕСТВО ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СРАВНЕНИИ С ТРАДИЦИОННЫМИ

А. А. Олейников, В. О. Михайлов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Традиционная энергетика основана на применении ископаемого топлива, запасы которого ограничены. Она зависит от величины поставок и уровня цен на него, конъюнктуры рынка.

Возобновляемая энергетика базируется на самых разных природных ресурсах, что позволяет беречь невозобновляемые источники и использовать их в других отраслях экономики, а также сохранить для будущих поколений экологически чистую энергию.

Независимость ВИЭ от топлива обеспечивает энергетическую безопасность страны и стабильность цен на электроэнергию

ВИЭ экологично чисты: при их работе практически нет отходов, выброса загрязняющих веществ в атмосферу или водоемы. Отсутствуют экологические издержки, связанные с добычей, переработкой и транспортировкой ископаемого топлива.

В большинстве случаев ВИЭ-электростанции легко автоматизируются и могут работать без прямого участия человека.

В технологиях возобновляемой энергетики реализуются новейшие достижения многих научных направлений и отраслей: метеорологии, аэродинамики, электроэнергетики, теплоэнергетики, генераторо- и турбостроения, микроэлектроники, силовой электроники, нанотехнологий, материаловедения и т. д. Развитие наукоемких технологий позволяет создавать дополнительные рабочие места за счет сохранения и расширения научной, производственной и эксплуатационной инфраструктуры энергетике, а также экспорта наукоемкого оборудования.

И в России, и в мире – это гидроэнергетика. Около 20% мировой выработки электроэнергии приходится на ГЭС.

Активно развивается мировая ветроэнергетика: суммарные мощности ветрогенераторов удваиваются каждые четыре года, составляя более 150 000 МВт. Во многих странах ветроэнергетика занимает прочные позиции. Так, в Дании более 20% электроэнергии вырабатывается энергией ветра.

Доля солнечной энергетики относительно небольшая (около 0,1% мирового производства электроэнергии), но имеет положительную динамику роста.

Список литературы

1. О возможностях использования альтернативных источников энергии / В. Ф. Калинин, К. А. Набатов, А. М. Шувалов, А. В. Кобелев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2003. – Т. 9. – № 3. – С. 450-456
2. Кобелев, А. В. Повышение эффективности систем электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии : специальность 05.09.03 "Электротехнические комплексы и системы" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кобелев Александр Викторович. – Тамбов, 2004. – 145 с.

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА И ТЕПЛА ИЗ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А. А. Олейников, А. Н. Ивлев

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Преобразование энергии в фотоэлементах основано на фотовольтаическом эффекте, который возникает в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечного излучения. Неоднородность структуры фотоэлементов может быть получена легированием одного и того же полупроводника различными примесями (создание p-n переходов) или путем соединения различных полупроводников с неодинаковой шириной запрещенной зоны – энергии отрыва электрона из атома (создание гетеропереходов), или же за счет изменения химического состава полупроводника, приводящего к появлению градиента ширины запрещенной зоны (создание варизонных структур).

Возможны также различные комбинации перечисленных способов. Эффективность преобразования зависит от электрофизических характеристик неоднородной полупроводниковой структуры, а также оптических свойств фотоэлементов, среди которых наиболее важную роль играет фотопроводимость. Она обусловлена явлениями внутреннего фотоэффекта в полупроводниках при облучении их солнечным светом.

Нагревание поверхности, поглощающей солнечные лучи и последующее распределение и использование тепла (фокусирование солнечного излучения на сосуде с водой для последующего использования нагретой воды в отоплении или паровых электростанциях).

К достоинствам солнечной энергетики можно отнести:

- общедоступность и неисчерпаемость источника;
- теоретически, полная безопасность для окружающей среды (однако в настоящее время в производстве фотоэлементов и в них самих используются вредные вещества). Существует вероятность того, что повсеместное внедрение солнечной энергетики может изменить альбедо земной поверхности и привести к изменению климата (однако при современном уровне потребления энергии это крайне маловероятно).

Из недостатков использования солнечных электростанций можно выделить следующие:

- солнечная электростанция не работает ночью и недостаточно эффективно работает в утренних и вечерних сумерках;
- дороговизна солнечных фотоэлементов. Вероятно, с развитием технологии этот недостаток преодолеют. В 1990–2005 гг. цены на фотоэлементы снижались в среднем на 4% в год;
- недостаточный КПД солнечных элементов (вероятно, будет вскоре увеличен);
- поверхность фотопанелей нужно очищать от пыли и других загрязнений. При их площади в несколько квадратных километров, это может вызвать затруднения;

– эффективность фотоэлектрических элементов заметно падает при их нагреве, поэтому возникает необходимость в установке систем охлаждения, обычно водяных;

– через 30 лет эксплуатации эффективность фотоэлектрических элементов начинает снижаться.

Список литературы

1. О возможностях использования альтернативных источников энергии / В. Ф. Калинин, К. А. Набагов, А. М. Шувалов, А. В. Кобелев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2003. – Т. 9. – № 3. – С. 450-456

2. Кобелев, А. В. Повышение эффективности систем электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии : специальность 05.09.03 "Электротехнические комплексы и системы" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кобелев Александр Викторович. – Тамбов, 2004. – 145 с.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А. А. Павлов, А. Ю. Кудинов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Вопросы использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) актуален для всех стран мира в силу различных обстоятельств. Для промышленно развитых стран, зависящих от импорта топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) – это, прежде всего, энергетическая безопасность. Для промышленно развитых стран мира, богатых энергоресурсами – это экологическая безопасность.

Для развивающихся стран – это наиболее быстрый путь к улучшению социально-бытовых условий населения, возможность развития промышленности по экологически приемлемому пути. А для всего мира в целом это возможность снижения эмиссии парниковых газов и избежание глобального энергетического и экономического кризиса в недалеком будущем. Возобновляемые источники

энергии – это не только альтернатива существующей энергетике. Они с положительной стороны влияют на решение трех глобальных проблем человечества: энергетика, экология, продовольствие. В различных высокопродуктивных странах уровень финансирования научных работ по возобновляемой энергетике составляет 10-30% от объема финансирования работ по энергетике.

Статистика гласит, что Россия, при населении, составляющем 2,4% от населения мира, обладает: 12% мировых запасов нефти, 35% запасов газа, 16% запасов угля и 14% урана. Эта информация создает иллюзию того, что энергетический кризис нам не грозит. Однако это ошибочное суждение ввиду острых энергетических ситуаций возникающих в ряде регионов России.

Поэтому меры по необходимости внедрения ВИЭ во всем мире, равным образом относятся и к современной России, актуальность которых была подтверждена.

В уточненном виде эти потребности формулируются следующим образом:

1 Обеспечение устойчивого, соответствующего принятым в аналогичных климатических условиях тепло- и электроснабжения населения и производства в зонах децентрализованного энергоснабжения.

2 Обеспечение гарантированного минимума электроснабжения населения и производства в зонах неустойчивого централизованного энергоснабжения, предотвращение ущербов от аварийных и ограничительных отключений, особенно в условиях сельского хозяйства.

3 Снижение вредных выбросов в связи со сложной экологической обстановкой, особенно в местах массового скопления населения.

Список литературы

1. О возможностях использования альтернативных источников энергии / В. Ф. Калинин, К. А. Набатов, А. М. Шувалов, А. В. Кобелев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2003. – Т. 9. – № 3. – С. 450-456

2. Кобелев, А. В. Повышение эффективности систем электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии : специальность 05.09.03 "Электротехнические комплексы и системы" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кобелев Александр Викторович. – Тамбов, 2004. – 145 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

А. А. Павлов, А. Н. Ивлев

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

На современном этапе развития цивилизации экономический рост в любой стране самым тесным образом связан с функционированием топливно-энергетического комплекса. При этом наиболее конкурентоспособными являются те страны, где энергетические ресурсы используются в максимальном объеме и с высокой степенью эффективности. Экономика России базируется на невозобновляемых углеводородных топливно-энергетических ресурсах, причем, в большей степени, чем в большинстве промышленно развитых стран мира

Разведанные запасы традиционных углеводородных ресурсов в России пока позволяют обеспечивать текущие потребности национальной экономики и получать существенные доходы от экспорта энергоносителей. В то же время с каждым годом наблюдается ухудшение горно-геологических условий добычи горючих полезных ископаемых. С начала 90-х годов прошлого века восполнение запасов углеводородных ресурсов отстает от темпов роста их добычи.

В перспективе будут постоянно возрастать требования к защите окружающей среды при сжигании традиционных углеводородных ресурсов. Снижение энергоемкости российской экономики в отличие от ведущих промышленно развитых стран не являлось следствием комплексного проведения энергосберегающих мероприятий. В данном случае сыграли свою роль факторы, связанные со спадом производства, глобальным потеплением климата, повышением доли природного газа в энергетическом балансе и изменением структуры производства ВВП в сторону увеличения доли производства услуг. Производство услуг обычно менее энергоемко по сравнению с производством товаров.

Если разрыв в уровне энергоемкости ВВП будет сохраняться, то это несомненно окажет негативное воздействие на конкурентоспособность российских товаров на мировом рынке.

Уже в ближайшей перспективе все большую часть прироста национальных потребностей России в топливе и энергии необходимо будет обеспечивать за счет мероприятий по энергосбережению. В основных положениях Энергетической стратегии России до 2020 года энергосбережение предполагается в основном осуществлять за счет организационных и технологических мероприятий, направленных на более эффективное использование традиционных видов топливно-энергетических ресурсов.

Следует, однако, подчеркнуть, что энергосбережение – это не только внедрение технологий, позволяющих увеличить эффективность использования традиционных энергоносителей, но также и диверсификация энергобаланса за счет использования альтернативных источников энергии. К сожалению, последнему аспекту в стратегии энергосбережения уделяется недостаточно внимания.

В стратегическом плане среди альтернативных источников энергии наиболее важную роль будут играть возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Среди них особый интерес представляют нетрадиционные возобновляемые источники энергии (НВИЭ): энергия солнца, ветра, тепла земли, малых рек, океана, биомассы и торфа.

Список литературы

1. О возможностях использования альтернативных источников энергии / В. Ф. Калинин, К. А. Набагов, А. М. Шувалов, А. В. Кобелев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2003. – Т. 9. – № 3. – С. 450-456
2. Кобелев, А. В. Повышение эффективности систем электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии : специальность 05.09.03 "Электротехнические комплексы и системы" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кобелев Александр Викторович. – Тамбов, 2004. – 145 с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СЕТЕЙ В РАДИОТЕХНИКЕ

А. С. Писарчук

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

В настоящее время наблюдается тенденция построения сетей, способных предоставить абоненту возможности доступа к передаче и приему информации через соседних абонентов. Такие сети называются самоорганизующимися, то есть способные к самоорганизации.

Совершенствование функциональных и потребительских характеристик беспроводных самоорганизующихся сетей, продолжает вызывать повышенный интерес у специалистов в области беспроводных технологий. Эти перспективные беспроводные системы, способны обеспечить мобильную связь в любое время, в любом месте и с любого устройства.

Наиболее востребованными и широко известными беспроводными самоорганизующимися сетями являются: Ad-Hoc, Mesh, MANET.

Ad-Hoc сеть – децентрализованная беспроводная сеть, не имеющая постоянной структуры. Это наиболее простая беспроводная сеть, топология – фиксированная со случайным соединением узлов. Из-за простоты сети, ее недостатком является низкая помехоустойчивость и уязвимость к атакам.

Mesh сети – самоорганизующаяся сеть, имеющая ячеистую топологию, в которой устройства способны выступать в роли коммутатора для остальных узлов сети. Она основана на децентрализованной схеме организации сети. Немаловажным является такое свойство как надежность такой сети. Обеспечивается она за счет того, что каждый узел имеет несколько соединений с близлежащими узлами. Поэтому, при выходе из строя одного из узлов, сеть быстро перестраивается, находя новые, наиболее короткие маршруты до получателя. Также данная особенность позволяет, при необходимости, достаточно быстро развернуть сеть.

Mobile Ad-hoc NETwork (MANET-сеть) – беспроводная децентрализованная самоорганизующаяся сеть, узлами которой являются случайные мобильные устройства, движущиеся в хаотичном направлении, из чего можно выделить проблему обеспечения помехоустойчивости и безопасности передаваемых данных.

Таким образом, был проведен анализ состояния современных видов самоорганизующихся сетей, их достоинства и недостатки. Также, можно сделать вывод, что наиболее предпочтительным для построения самоорганизующихся сетей является технология – Mesh сети. Она обладает высокой надежностью и помехоустойчивостью.

Список литературы

1. Пудовкин, А.П. Распространение радиоволн [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. П. Пудовкин, Ю. Н. Панасюк. – Тамбов: ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2012. – 180 с.
2. Панасюк, Ю.Н. Электромагнитные поля: учебное пособие / Ю. Н. Панасюк, А. П. Пудовкин; Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2014. – 96 с.
3. Панасюк, Ю.Н. Устройства сверхвысоких частот: учебное пособие / Ю. Н. Панасюк, А. П. Пудовкин. – Тамбов: ТГТУ, 2015. – 80 с.
4. Кучерявый А. Е., Прокопьев А. В., Кучерявый Е. А. Самоорганизующиеся сети. СПб.: Любавич. 2011. 310 с. ISBN 978-5-86983-318-1.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОДИАПАЗОННЫХ ПАНЕЛЬНЫХ АНТЕНН ДЛЯ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ

К. С. Сайфуллозода, А. О. Пшенкина, П. А. Таенков

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(sqiyom@bk.ru, pshenkina.99@mail.ru, pavel.tayonkov@yandex.ru)

С развитием сетей связи третьего и четвертого поколений требуется модернизация антенной части как базовых станций, так и сотовых телефонов. Антенны должны работать в новых дополнительных диапазонах, превышающих 2.2 ГГц. Более того, работа в двух и даже трех диапазонах должна производиться одновременно. Вследствие этого антенная часть включает в себя довольно сложные электромеханические схемы, которые должны обеспечивать должное функционирование в сложных климатических условиях.

Ведущие мировые производители антенно-фидерных устройств (АФУ) предлагают сегодня антенны BTS для любых стандартов и частотных диапазонов, в том числе и для действующих в настоящее время 3G и 4G сетей.

Антенны с вертикальной поляризацией (Vpol). Особенности конструкции. Всенаправленные антенны с вертикальной поляризацией (Vpol omni) представляют собой цепочку синфазно – запитываемых полуволновых вибраторов внутри корпуса, имеющего вид трубки. Некоторые модели предлагаются с углами электрического наклона в диапазоне от 0° до 6° .

Антенны с наклонной кросс-поляризацией (Xpol). Особенности конструкции. XPol антенна представляет собой две независимые системы излучателей, расположенных симметрично вдоль отражающего экрана с наклоном к нему под углом $\pm 45^\circ$ и формирующих два типа диаграммы направленности с шириной основного лепестка в горизонтальной плоскости в 65° и 90° . В одном корпусе такой антенны могут располагаться две (Xpol), четыре (XXpol), и даже шесть (XXXpol) независимых антенн.

Антенно-фидерный тракт BTS [Base Transceiver Station] ССМС является важнейшим элементом сетевой инфраструктуры, от которого во многом зависит качество связи: для создания равномерного радиопокрытия территории сот (или секторов в пределах соты), устойчивого приема от мобильных станций (при минимизации помех), определения местоположения мобильных станций MS и т.п. Современные антенны BTS, при внешней простоте конструкции, представляют собой достаточно сложные СВЧ-устройства, работающие на открытом воздухе в условиях повышенной влажности и существенных перепадов температур, подверженные обледенению, повышенным ветровым нагрузкам, агрессивному воздействию городского смога и другим негативным воздействиям окружающей среды. Поэтому к антеннам BTS предъявляются достаточно высокие требования как по аппаратурным параметрам, так и по технологии антенных систем.

Список литературы

1. Галимов Г.К. Общая теория зеркальных антенн. Том 6. – М.: ООО «Авансед Солюшнз», 2017. – 704 с.
2. Галимов Г.К. Зеркальные антенны. Том 1. – М.: ООО «Авансед Солюшнз», 2010. – 204 с.

ОСОБЕННОСТИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОКОЛЕНИЯ 5G

К. С. Сайфуллозода, О. С. Якушов, Е. И. Боровкова

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(sqiyom@bk.ru, oleg_yakushov1999@mail.ru, borovkovae458@gmail.ru)

Расходы на пропускание постоянно растущего трафика через сети операторов связи по состоянию на 2021 год не покрываются доходами от традиционных услуг. Между тем, основной рост трафика и доходов приходится не на сектор устройств для людей, а на сектор устройств интернета вещей, что является одной из основных целей функциональности 5G.

Добавление новых диапазонов радиочастотного спектра в соответствии с требованиями к скорости передачи сигнала, количеству устройств, росту трафика многочисленных приложений 5G. Новые диапазоны частот 5G NR варьируются от 2,5 до 40 ГГц. Ведутся обсуждения по использованию спектра до 100 ГГц. Оптимизированная технология OFDM (мультиплексирование с ортогональным частотным разделением – мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов). Эта технология уже успешно применяется в 4G/LTE-A, а также в последних версиях Wi-Fi. Это технология, которая только в последние годы перешла от концепции реализации, и которая способна реализовать многие преимущества 5G. Формирование луча позволяет направлять луч радиоволн от базовой станции на определенные устройства, как движущиеся, так и неподвижные, не влияя на другие лучи, направленные на те же устройства.

MIMO (Multiple Input Multiple Output). MIMO – Способ пространственного кодирования сигнала, позволяющий увеличить полосу пропускания канала, который уже использовался в Wi-Fi и 4G, был значительно улучшен в 5G, в частности, в многопользовательском режиме MU-MIMO (Многопользовательский-MIMO) в 5G gNnodeB базовые станции (gNB), антенны которых состоят из матрицы излучающих элементов. Это позволяет усилить уровень

сигнала для конкретного пользователя, минимизируя при этом воздействие этого сигнала на других пользователей. Поскольку в 5G NR было добавлено много новых частотных диапазонов, важно обеспечить интерфейс для взаимодействия при переключении канала с одной частоты на другую во время передачи между базовыми станциями.

Чтобы удовлетворить постоянно растущие требования к мобильной связи, были разработаны технологии для 5G, объединенные под общим названием "новое радио 5G", 5G New Radio (5G NR). По сравнению с радиointерфейсом в сетях 4G, 5G NR имеет несколько важных преимуществ. Разработка 5G NR велась практически с нуля, с учетом требований к сетям 5G и с использованием лучших технологий, которые будут доступны к моменту полномасштабного развертывания сетей 5G. Таким образом, 5G NR использует новейшие технологии модуляции, формы сигналов и технологии радиодоступа RAT, которые, помимо прочего, обеспечивают высокие скорости передачи данных и продлят срок службы батареи пользовательских устройств 5G.

Список литературы

1. 5G WORLD SUMMIT – 2014: Курс прежний – ОТ 4G К 5G Тихвинский В.О. Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2014. Т. 8. № 7. С. 95-96.
2. ИННОВАЦИИ: 5G WORLD SUMMIT: "Достойная старость" 2G на фоне бурного роста 5G. Валерий Тихвинский ОБ ИТОГАХ 5G WORLD SUMMIT. Тихвинский В. Электро-связь. 2015. № 10. С. 18-21.
3. Перспективы развития связи 5G. Олейникова А.В., Нуртай М.Д., Шманов Н.М. Современные материалы, техника и технологии. 2015. № 2 (2). С. 233-235.

УЛУЧШЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОТЕЗОМ РУКИ

Н. А. Скворцов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

Протез руки как объект регулирования имеет специфику, определяемую тем фактом, что приводные и установочные устройства закреплены на самом операторе.

В процессе перемещения в рабочей зоне исполнительный механизм протеза руки воздействует через устройство крепления на тело оператора-инвалида, который должен определенным образом реагировать на изменяющиеся внешние воздействия. Поскольку время реакции оператора – инвалида равно латентному периоду $t_{л} = 0,2$ сек, то очевидно, что в течение этого промежутка времени точка крепления исполнительного устройства будет перемещаться в зависимости от законов движения его звеньев. Величина и интенсивность перемещения точки крепления исполнительного механизма могут быть зарегистрированы с помощью акселерометрических датчиков.

Величина неконтролируемого перемещения точки подвеса исполнительного устройства зависит от массы его звеньев и от массы корпуса оператора-инвалида. При этом наибольшую погрешность вносит движение по оси X, что позволяет упростить устройство и ограничиться компенсацией погрешности только по оси X.

Способ управления двумя степенями активной подвижности искусственной руки предусматривает положение и скорость перемещения звеньев без контроля величины их углового положения при перемещении предплечья в зоне его средней подвижности. Для осуществления управления искусственной рукой может быть разработана следующая система управления, имеющая форму функциональной схемы (рис. 1).

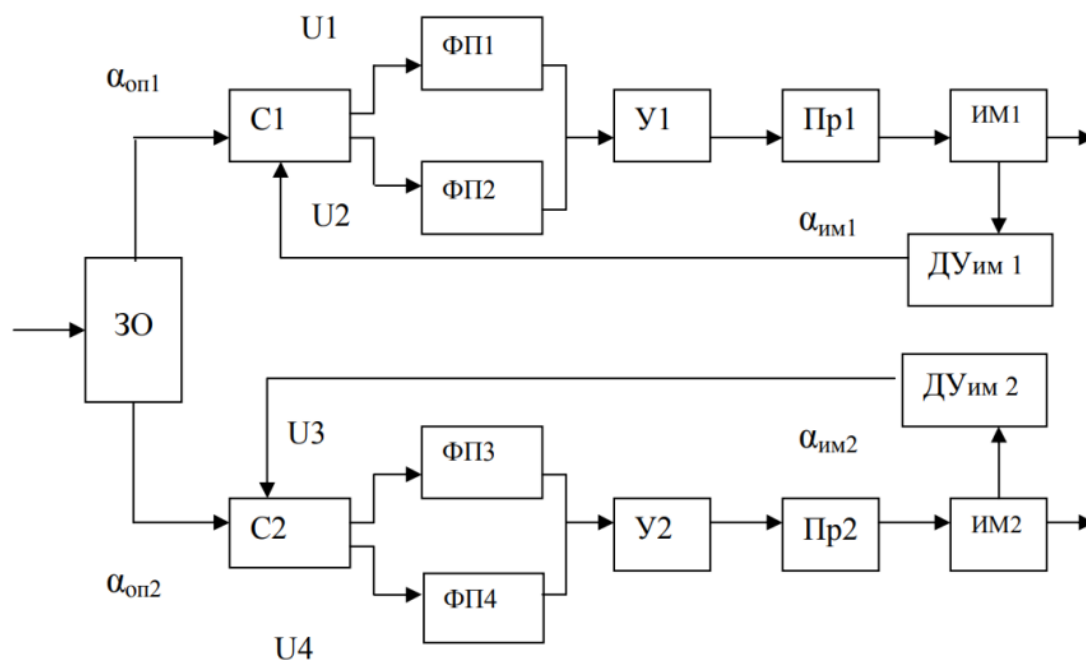


Рис. 1. Функциональная схема системы управления протезом руки

Список литературы

1. Proskurin S.G., Potlov A.Yu., Frolov S.V. Detection of an absorbing heterogeneity in a biological object during recording of scattered photons // Biomedical Engineering. – 2013. – Vol. 46(6).– pp.219-223.
2. Фролова Т. А., Фролова М. С. Информационные модели для оценки медицинского устройства //Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: материалы IV Международной научно-практической конференции: в 3 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 4.Т.3, с.123-128.
3. Фролова Т.А., Фролова М.С., Толстухин И.А. Information models of a medical device for its evaluation //Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2015. Том 21. №4. С.587-591.
4. Фролов С.В., Фролова М.С., Потлов А.Ю., Рациональный выбор медицинской техники для лечебно-профилактического учреждения на основе системы поддержки принятия решений // Врач и информационные технологии. – 2014. – №3. – С.35-45.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ТЕРМОМЕТРА

А. П. Толмачев

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(carabidaee@gmail.com)

Моделирование цифрового термометра осуществлено на основе 4-х разрядных счетчиков SN74LS90N, блока делителя частоты, логического ИЛИ 74LS08D, логического И 7486N, и регистров 74LS173D.

Устройство работает следующим образом, генератор опорной частоты вырабатывает опорную последовательность с частотой 2 кГц, в то время как на вход устройства поступают данные с термопреобразователя. Первый импульс с выхода термопреобразователя передается на вход элемента И, и при помощи опорного импульса открывает его, после чего поступает на суммирующий счетчик. Счетчик начинает считать и переполняется через время T , после чего обнуляется. Таким образом формируется последовательность импульсов постоянной длительности T . Далее процесс повторяется в непрерывном режиме, достигается состояние динамического равновесия. Сигнал со счетчиков поступает на входы регистров, после чего отправляются на вывод через разъемы.

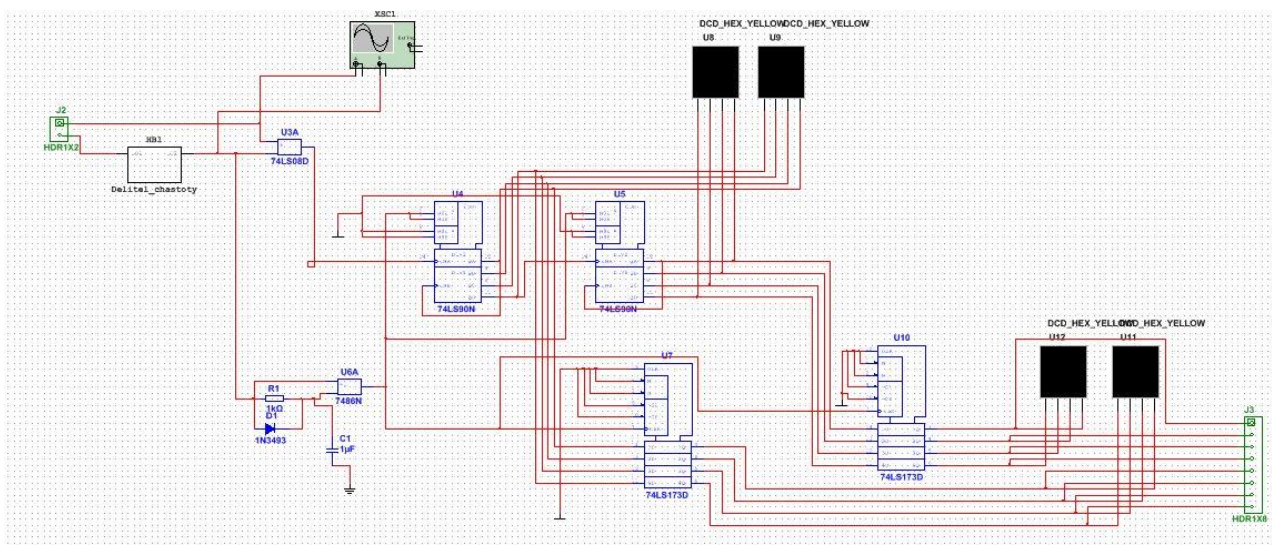


Рис. 1. Структурная схема цифрового термометра

В основу построения устройства положен принцип кратного весового дополнения с автоматической компенсацией за счет наличия отрицательной обратной связи, оперативно устанавливающей необходимый режим динамического равновесия [1, 2].

Проверка работоспособности схемы была выполнена при помощи генераторов прямоугольных импульсов, осциллографа и индикаторов. На индикаторах с триггера сохраняется число подсчитанных 8-разрядным счетчиком импульсов.

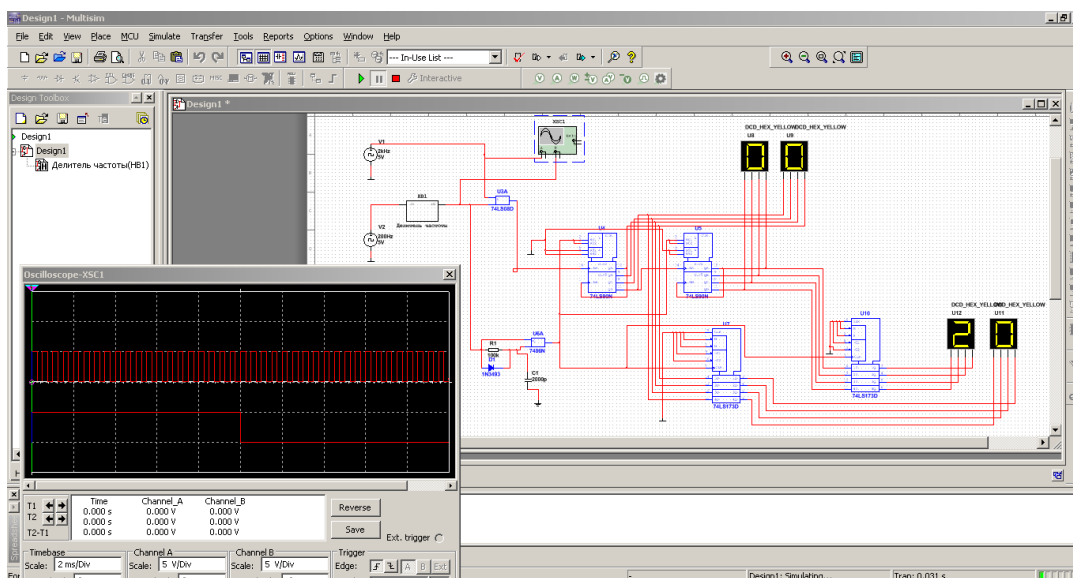


Рис. 2. Работоспособность термометра с опорной частотой 2кГц

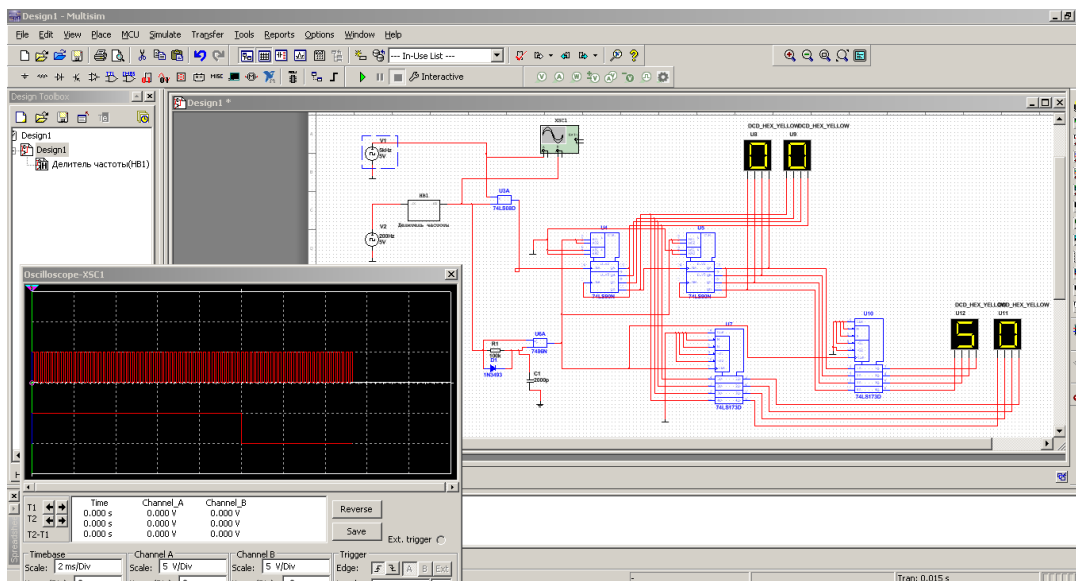


Рис. 3. Работоспособность термометра с опорной частотой 5кГц

Список литературы

1. Фролова Т. А., Фролова М. С. Информационные модели для оценки медицинского устройства //Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: материалы IV Международной научно-практической конференции: в 3 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 4.Т.3, с.123-128.
2. Фролова Т.А., Фролова М.С., Толстухин И.А. Information models of a medical device for its evaluation //Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2015. Том 21. №4. С.587-591.

АЛГОРИТМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ РАНЕВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗАКРЫТОЙ СЕТЧАТОЙ ГЕЛЕПРАНОВОЙ ПОВЯЗКОЙ

М. В. Филатов, А. А. Маслов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(e-mail: filatoffmax1998@mail.ru)

В настоящее время в связи с появлением гидрогелевых повязок возможность открытого просмотра площади раны затруднена, поэтому разрабатываются различные способы и системы слежения за состоянием раневого процесса и степенью заживления раны. Сетчатая гелепрановая повязка имеет полупроницаемый верхний слой, препятствующий проникновению микроорганизмов. Гелепрановые повязки применяются для лечения ран во влажной среде, при трофических язвах или пролежнях, для лечения ожогов, стимулирования процесса эпителизации в местах взятия расщепленных кожных трансплантатов, а также при ссадинах.

Повязка во время заживления раны теряет свою прозрачность, сетчатые структуры расплываются, что затрудняет визуальный контроль за состоянием раны.

Для моделирования используется фотография без наложенной повязки. Для сравнения изображений до и после обработки используется программное наложение произвольной сетки, а также искусственное размытие области наложения сетки. Сравнение полученного изображения сетки с исходным представлено на рис. 1.



Рис. 1. Сравнение изображений

Для улучшения восприятия используется: медианная фильтрация, обработка масками, интерполяция. Алгоритм обработки представлен на рис. 2.

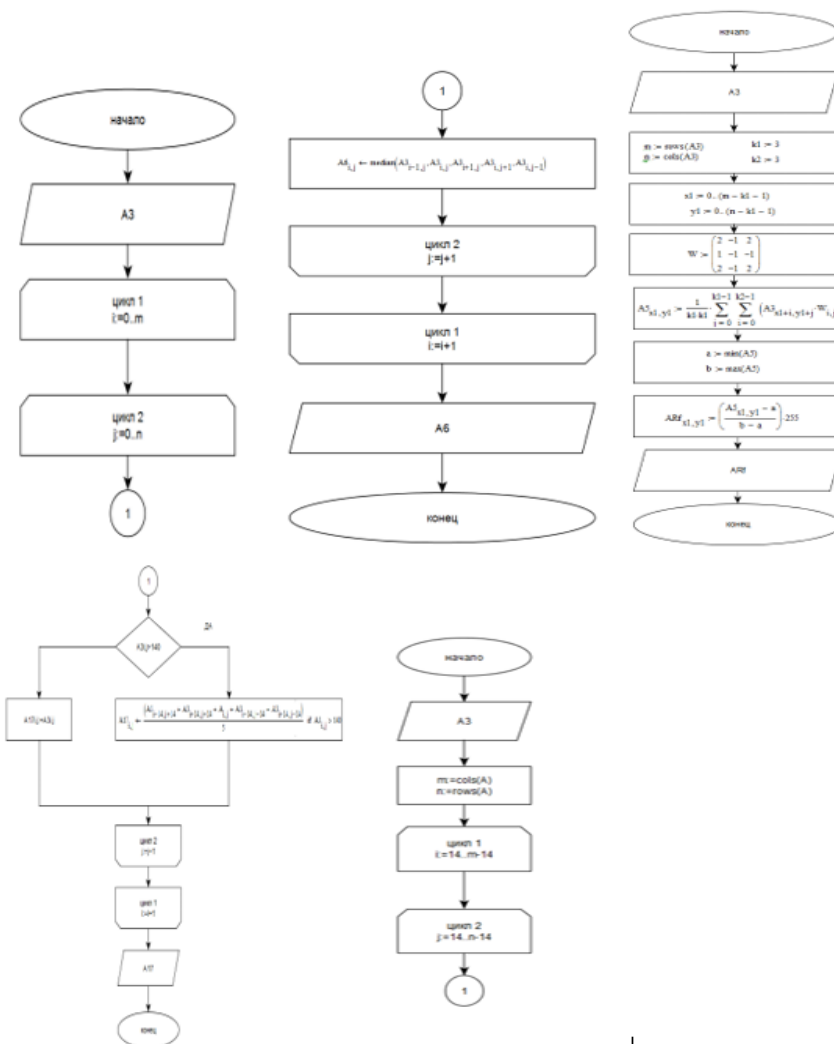


Рис. 2. Алгоритм обработки изображения

Список литературы

1. Раневые повязки в гнойной хирургии /А. Е. Васильев, А. А. Краснюк, С. Равикумар, В. Н. Тохмачи / Хим.-фарм. журн., 2011 -№35 – С. 32-42.
2. Сифоров, В.И. Адаптивные методы обработки изображений/ В.И. Сифоров, Л.П. Ярославский/ Сб. науч. тр.– М.: Наука, 2012. – 244 с.
3. Гольденберг Л.М. Цифровая обработка сигналов: Справочник/ Л.М. Гольденберг, Б.Д. Матюшкин, М.Н.Поляк. – М.: Радио и связь, 1985. № 15 – 312 с.
4. Файн В.С. Оpozнaвание изображений;/ Файн В.С.-М.: Гостехиздат, 2013. – С. 658.

МЕТОД ТЕТРАПОЛЯРНОЙ ГРУДНОЙ РЕОГРАФИИ

В. А. Фролов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(N89537074357@yandex.ru)

Методы определения ударного объема с помощью биполярной реографии тела были впервые предложены А. А. Кедровым и независимо от него Nyboer. В последние годы эти методы получили дальнейшее развитие благодаря совершенствованию измерительной аппаратуры.

В настоящее время за рубежом широкое применение получил метод импеданскардиографии (Kubicek) или тетраполярной грудной реографии для определения гемодинамики сердца у здоровых людей и больных некоторыми заболеваниями сердечно-сосудистой системы на основании полученной высокой корреляционной связи при сопоставлении с прямыми методами измерения.

Метод тетраполярной грудной реографии представляет наибольшую ценность про динамические наблюдения, оценке эффективности оперативного лечения врожденных пороков сердца, а также при исследовании реакций сердечно-сосудистой системы при проведении некоторых функциональных проб. Данный метод является современным, удобным, бескровным методом определения ударного и минутного объемов сердца, но имеются некоторые ограничения в применении.

Исследование количественных показателей гемодинамики является основой при диагностике сердечно-сосудистых заболеваний и занимает одно из ведущих мест в технологии современной интенсивной терапии.

Список литературы

1. Пушкарь Ю.Т. Определение сердечного выброса методом тетраполярной грудной реографии и его методические возможности/ Ю.Т. Пушкарь, В.М. Большов, Н.А. Елизарова и др. // Кардиография.- 1977.-№7.- С.86-90.

2. Пат. 2145792 РФ, А61 В 5/ 04. Медицинский диагностический компьютерный комплекс «Полиреокардиограф» / В.А. Шутов, М.А. Зубарев, А.А. Думлер, А.А. Крылов (РФ).- 98113476/14;заяв.14.07.98;опубл. 27.02.2000.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И РЕГИОНАРНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ

В. А. Фролов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(N89537074357@yandex.ru)

Изобретение относится к функциональной диагностике, в частности к устройствам для изучения, а также для экспресс-анализа состояния центральной гемодинамики и регионарной гемодинамики мозга и глаза.

Устройство содержит реограф 1 и кардиограф 2, к выходам которых подключены датчики 3 и 4, блок постоянных параметров (БПП) 5, связанный с вычислительным устройством (ВУ) 6, аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 7, выходы которого подключены к ВУ 6 и схеме сравнения 8, счетчик-интегратор 9, определяющий время превышения сигналом кардиограмм Упор 1, выход которого подключен к блоку параметров кардиограммы (БПК) 10, определяющему максимальную амплитуду ее сигнала и его координату во времени. Счетчик 9 соединен также с делителем 11. Вторая схема сравнения 12 сравнивает сигналы с выхода делителя с Упор 2, выбранным по величине равным не менее 75%

от U_{\max} . Счетчик 9 определяет необходимое число периодов для обработки более достоверной диагностики. В ВУ 6 осуществляется обработка реограммы по методикам, в которых приведены показатели, характеризующие состояние центральной и регионарной гемодинамики пациента.

Для повышения достоверности диагностики в условиях помехи, возникающей при патологии сердечной деятельности и расширения функциональных возможностей предлагаемое устройство содержит датчики реограммы, соединенные с реографом, датчики кардиограммы, соединенные с кардиографом, блок обработки, вычислитель и регистратор.

На рис. 1 представлена структурная схема устройства.

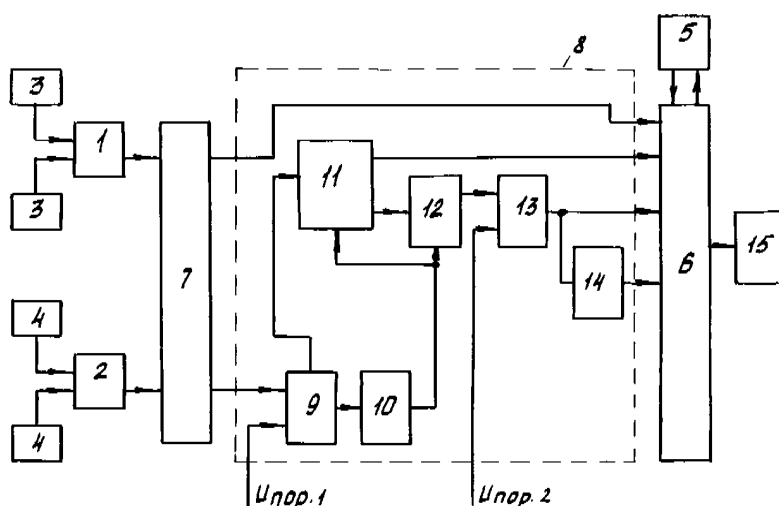


Рис. 1. Устройство для исследования центральной и регионарной гемодинамики

Данное устройство позволяет повысить достоверность диагностики в условиях помех, возникающих при патологии сердечной деятельности, но ему присущи невысокая достоверность диагностики, возникающая на стадии снятия сигнала с биообъекта и ограниченность функциональных возможностей.

Анализ выше рассмотренных методов и устройств показал, что наиболее перспективным считается, с целью повышения достоверности и увеличения количества снимаемых параметров гемодинамики, использование параллельно подключенных реографа и кардиографа.

Список литературы

1. Чижевский А. Л. Структурный анализ движущейся крови. – М.: Издательство, 1959. – 420 с.
2. Шхвацабая И.К. Возрастные особенности гемодинамики/ И.К. Шхвацабая, Г.А. Глезер, Н.П. Москаленко // Кардиология. – 1975. – № 11. – С. 68-74.
3. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. – М.: Медицина, 1974. – 307 с.
4. Мед. приборы. Разработка и применение / под ред. И.В. Камышко. – М.: Медицинская книга, 2004. – 720 с.

ЗАЩИТА РАДИО- И РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ ОТ РАДИОПОДАВЛЕНИЯ ПРОТИВНИКА

Н. А. Хворова, С. Б. Долгов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(hvorovanatali@yandex.ru)

Защита радио и радиорелейных линии связи от радиоподавления противника является одним из основных элементов обеспечения устойчивости системы связи. Радио, радиорелейную связь нельзя считать организационной правильно, если не разработаны и не доведены до частей задачи и мероприятия по защите ее от преднамеренных помех противника. Она достигается:

- выявлением и нарушением функционирования средств разведки и радиоподавления противника;
- проведением мероприятий по радиомаскировке; проведением организационных и технических мероприятий по защите от преднамеренных помех;
- совершенствованием навыков работы личного состава в условиях применения противником средств РЭБ.

К основным организационным мероприятиям защиты от радиопомех противника относятся:

– использование группового метода назначения частот и организация скрытых и дублирующих радиосетей (радионаправлении) и обходных каналов связи;

– использование частот, на которых затруднено создание преднамеренных помех из-за условий распространения радиоволн;

– переход на другие частоты с одновременным продолжением работы на подавляемой частоте;

– применение адаптивных радиолинии и помехозащищенных методов связи (пространственно и частотно-разнесенные прием и передача, быстроедействие и сверхбыстроедействие, медленнодействие, слуховая телеграфная связь);

– поиск и уничтожение забрасываемых противником передатчиков помех разового действия;

– применение переприемных и ретрансляционных пунктов, в том числе размещенных на летно-подъемных средствах;

– организация на важнейших направлениях связи нескольких радиосетей различных диапазонов частот.

Технические мероприятия защиты от помех осуществляются личным составом, обслуживающим средства связи.

К ним относятся:

– применение антенн направленного действия;

– сужение полосы частот, изменение полосы пропускания приемника и тон- сигнала при слуховом приеме телеграфных сообщений, отстройка от помех незначительным смещением частоты приема;

– маневр мощностью передающих устройств;

– ориентирование антенн, при котором направление минимального приема диаграммы направленности совпадает с направлением прихода помехи.

Проведение мероприятий необходимо осуществлять после того, как установлено, что радиопомехи создаются не забрасываемыми передатчиками помех или своими радиоизлучающими средствами, а средствами радиоэлектронного подавления противника.

Список литературы

1. Нерсесянц, А.А. Моделирование инфокоммуникационных систем и сетей связи: учеб. пособие / А.А. Нерсесянц. – Ростов-на-Дону: Северо-Кавказ. фил. Моск. технич. ун-т связи и информатики, 2016. – 115 с.

МЕТОДЫ, СПОСОБЫ И СРЕДСТВА СВЯЗИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОЙСКАМИ

Н. А. Хворова, С. Б. Долгов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(hvorovanatali@yandex.ru)

Военная связь является основным средством управления войсками и оружием и предназначена для обмена информацией в таких системах управления.

Опыт прошлых войн, и особенно Великой Отечественной войны, локальных войн современности показал, что успехи и неудачи боевых действий во многих случаях зависели от состояния связи.

Достоверность связи – способность связи обеспечивать воспроизведение передаваемых сообщений в пункте приема с заданной точностью.

Достоверность связи достигается: использованием для передачи сообщений каналов связи лучшего качества; передачи сообщений одновременно по нескольким независимым каналам связи; повторением передачи сообщений; передачей сообщений способом обратной проверки; применением аппаратуры повышенной достоверности; поддержанием технических характеристик и электрических параметров средств связи в пределах эксплуатационных норм.

Безопасность связи – способность связи обеспечивать сохранение в тайне от противника содержания передаваемых (принимаемых) сообщений и противостоять вводу ложной информации.

Безопасность связи достигается: применением засекречивающей аппаратуры связи, соблюдением правил ее эксплуатации; предварительным шифрова-

нием и кодированием информации, использованием таблиц позывных и документов скрытого управления войсками; ограничением круга лиц, допускаемых к ведению переговоров по разрешенным к применению открытым каналам связи, применением эффективных способов паролирования и аппаратуры имитозащиты; проверки подлинности полученных сообщений путем обратной передачи принятого текста; строгим соблюдением правил установления связи, ведения переговоров; выполнением требований режима секретности при обработке и хранении информации в автоматизированных системах управлений, на узлах, станциях и аппаратных связи.

При потере связи командиры и штабы не могут своевременно получать информацию о боевой обстановке, реагировать на ее изменение и своевременно ставить новые задачи подчиненным войскам. В результате этого войска действуют нецелеустремленно, нарушается взаимодействие, что часто приводит к тяжелым последствиям.

Наоборот, в тех случаях, когда связь работает достаточно хорошо, управление войсками не нарушается, войска действовали слаженно и добиваются успеха. Чем эффективнее, совершеннее применяемое на поле боя оружие и боевая техника и чем сложнее боевые действия войск, тем выше роль связи.

Управление войсками может осуществляться путем личного общения командиров, через офицеров штаба, высылаемых в войска, и с помощью различных технических средств, в первую очередь средств связи.

Личное общение позволяет командиру более детально выяснить обстановку, лично довести до подчиненных (или уточнить) свое решение, оказать им практическую помощь и проконтролировать их действия. Личное общение, кроме того, обеспечивает возможность психологического и эмоционального воздействия на подчиненных при постановке боевых задач, что может иметь немаловажное значение в сложных условиях современного боя. Однако личное общение как метод управления войсками применяется лишь в отдельных случаях в зависимости от обстановки.

Список литературы

1. Альбеков, А.Ш. Специальная связь и безопасность информации: технологии, управление, экономика / А.Ш. Альбеков [и др.] // Сб. тр. 3-го -Междунар. науч. симпоз. Россия, Краснодар. – пос. Терскол, Кабардино- Балкар. респ., 25-28 апреля 2014 г. – М.: Русайнс, 2015. – 126 с.

МНОГОПОЛОСНЫЕ АНТЕННЫ VPOЛ-ТИПА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПОКРЫТИЯ ВДОЛЬ ДОРОГ

И. С. Шишов, П. И. Карелин, И. Е. Попов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(gcngn@list.ru, popposhta@mail.ru, pavel.karelin.74@yandex.ru)

Антенна LPA предназначена для приема и передачи радиосигналов при работе в составе комплексов мобильной радиосвязи на автостоянке в диапазоне частот от 30 до 80 МГц. Логопериодические антенны относятся к классу сверхширокополосных антенн с логарифмической частотой параметров в зависимости от частоты. Антенна состоит из ряда симметричных параллельных вибраторов монотонно изменяющейся длины, расположенных в одной плоскости. Длина вибраторов и их расстояние от наконечника антенны образуют геометрическую прогрессию со знаменателем f , называемую периодом LPA:

$$R_{n-1} / R_n = l_{n-1} / l_n = f.$$

Вибраторы логопериодической антенны возбуждаются двухпроводным фидером, который возбуждается со стороны коротких вибраторов и образован двумя параллельными трубками, внутри одной из которых проложен коаксиальный кабель. Внешний проводник кабеля соединен с трубкой, внутри которой он проложен, а внутренний проводник кабеля – с другой трубкой. Такая конструкция антенны очень удобна, так как не требует использования специального балансирующего устройства.

Из-за шунтирующего действия вибраторов постоянство распространения волны в линии электропередачи и, следовательно, изменение длины волны.

Известна следующая зависимость длины волны в линии электропередачи от геометрических параметров LP:

$$L_{\text{л}} = \lambda / [1 + W_{\text{л}}(\phi)^2 \text{tg}(\phi/2) / W_{\text{в}}(1 - \phi)]$$

где $L_{\text{л}}$ – длина волны в линии питания; λ – длина волны в свободном пространстве; $W_{\text{л}}$ – волновое сопротивление линии питания; $W_{\text{в}}$ – волновое сопротивление вибраторов полотна.

Диапазон рабочих частот логопериодической антенны на нижней стороне ограничен размером самых длинных вибраторов $l_{\text{max}}/4$, а на верхней стороне – размер самого маленького вибратора $l_{\text{min}}/4$. Для поддержания удовлетворительного направленного эффекта на крайних частотах диапазона следует дополнительно использовать два дополнительных длинных и коротких вибратора. Это объясняется тем, что в логопериодической антенне на заданной частоте возбуждается активная область, которая включает в себя вибратор, длина которого примерно равна $l/4$, и пару вибраторов, примыкающих к нему с обеих сторон. Другие вибраторы менее возбуждены из-за значительного беспорядка, и их влияние на излучаемое поле невелико. В активной области более длинный вибратор является отражателем, а более короткий – директором. Объединенное излучение нескольких вибраторов активной области усиливается в направлении наконечника антенны и компенсируется в противоположном направлении.

Диаграмма направленности

Список литературы

1. Весоловский Кшиштоф Системы подвижной радиосвязи / Пер. с польск. И. Д. Рудинского; под ред. А. И. Ледовского. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. -536 с.
2. Алехин Ю.Н., Жучков Ю.А., Лазарева Е.В., Базовые антенны KATHREIN для систем связи третьего поколения стандарта UMTS, Мобильные системы, №3, 2001г.
3. Каталог фирмы KATHREIN – 2009: Base Station Antennas, Filters, Combiners and Amplifiers for Mobile Communications. Catalogue – 2009.

Научное электронное издание

ЭНЕРГЕТИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

Сборник научных статей магистрантов

Выпуск 3

Графический и мультимедийный дизайнер Т. Ю. Зотова

ISBN 978-5-8265-2485-5



Подписано к использованию 07.06.2022.

Тираж 100 шт. Заказ № 49

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14.

Тел. 8(4752) 63-81-08.

E-mail: izdatelstvo@tstu.ru