

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

**ПРИБОРОСТРОЕНИЕ
И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД
В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

VI Национальная научно-практическая конференция
(Казань, 10-11 декабря 2020 г.)

Материалы конференции

В двух томах

Том 1

Казань
2020

УДК621.313
ББК31.261
П75

Рецензенты:

д-р техн.наук, зав. кафедрой электропривода и электротехники
ФГБОУ ВО «КНИТУ» В.Г. Макаров
канд.техн. наук, зав. кафедрой электроэнергетических систем и сетей
ФГБОУ ВО «КГЭУ» В.В. Максимов

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор), И.Г. Ахметова,
О.В. Козелков, О.В. Цветкова

П75 **Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве:** матер. VI Национальной науч.-практ. конф. (Казань, 10–11 декабря 2020 г.): в 2 т./редкол.: Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор) и др. Казань: Казан.гос. энерг. ун-т, 2020. Т. 1. 453 с.

ISBN978-5-89873-572-2 (т. 1)
ISBN978-5-89873-571-5

Опубликованы материалы VI Национальной научно-практической конференции «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве» по следующим научным направлениям:

1. Приборостроение и управление объектами мехатронных и робототехнических систем в ТЭК и ЖКХ.
2. Электроэнергетика, электротехника и автоматизированный электропривод в ТЭК и ЖКХ.
3. Инновационные технологии в ТЭК и ЖКХ.
4. Актуальные вопросы инженерного образования.
5. Промышленная электроника на объектах ЖКХ и промышленности.
6. Светотехника.
7. Энергосберегающие технологии в сфере ЖКХ.
8. Эксплуатация и перспективы развития электроэнергетических систем.
9. Контроль, автоматизация и диагностика электроустановок, электрических станций и распределительной генерации.
10. Теплоснабжение в ЖКХ.

Предназначен для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Материалы докладов публикуются в авторской редакции. Ответственность за их содержание возлагается на авторов.

УДК 621.313
ББК 31.261

ISBN978-5-89873-572-2 (т. 1)
ISBN978-5-89873-571-5

© Казанский государственный энергетический университет, 2020 г

Секция 1. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ТЭК И ЖКХ

УДК 681.121

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ТРУБЧАТОГО РЕЗОНАТОРА ВИБРАЦИОННО- ЧАСТОТНОГО ПЛОТНОМЕРА ЖИДКОСТИ

Тургай Килим Оглы Гусейнов¹, Туран Тургай Гызы Гадирова²

¹СГУ, г.Сумгаит, Азербайджан

²Азербайджанское высшее военное училище имени Гейдара Алиева,
г. Баку, Азербайджан

^{1,2}huseynovturgay@mail.ru

Аннотация: В работе определяется динамический критерий устойчивости трубчатого резонатора вибрационно-частотного плотномера жидкости. Выводится неравенство, которое необходимо соблюдать при проектировании вибрационно-частотных плотномеров жидкости.

Ключевые слова: динамический критерий, устойчивость, трубчатый резонатор, плотномер, вибрационно-частотный.

DETERMINATION OF THE DYNAMIC STABILITY CRITERION OF A TUBULAR RESONATOR OF A VIBRATION-FREQUENCY LIQUID DENSITY

Turgay Kilim Ogly Huseynov, Turan Turgay Gazy Gadirova

Annotation: In this work, a dynamic criterion for the stability of a tubular resonator of a vibration-frequency density meter of a liquid is determined. An inequality is derived, which must be observed when designing vibration-frequency density meters for a liquid.

Key words: dynamic criterion, stability, tubular resonator, density meter, vibration-frequency.

Расширение области применения вибрационно-частотных плотномеров (ВЧП) в различных областях энергетики /1/ приводит к появлению новых требований к этим приборам, которые необходимо учитывать при их проектировании. В частности, использование ВЧП для измерения плотности жидкостей под давлением возможно лишь при условии сохранности динамической устойчивости резонатора во всем диапазоне изменений давления. Это объясняется тем, что в процессе измерения колеблющийся резонатор подвергается осевым силам сжатия, F ,

равным произведению давления жидкости P на площадь поперечного сечения трубки S [2].

Целью настоящей статьи является определение динамической критерия устойчивости трубчатого резонатора ВЧП.

Рассмотрим колебания трубки с жидкостью, находящейся под давлением. Для уравнения движения воспользуемся дифференциальным уравнением движения изогнутой оси стержня, сжатого силой F и изгибающего поперечной нагрузкой интенсивностью q :

$$EJ = d^2 / x^2 = M(x) - F \quad (1)$$

где $M(x)$ – изгибающий момент, действующий в поперечном сечении трубки.

Интенсивность сил инерции массы трубки

$$q(x, t) = -(m_T - m_{ж}) \partial^2 y / \partial t^2$$

где m_m – масса единицы длины трубки; $m_{ж}$ – масса жидкости, приходящаяся на единицу длины трубки.

Поскольку интенсивность распределенной нагрузки является второй производной от изгибающего момента, после двойного дифференцирования уравнения (1) и замены согласно принципу Даламбера

$$d^2 M / dx^2 = -(m_T - m_{ж}) \partial^2 y / \partial t^2$$

получаем дифференциальное уравнение собственных колебаний сжатой трубки с жидкостью

$$EJ \partial^4 y / \partial x^4 = (m_T - m_{ж}) \partial^2 y / \partial t^2 + F \partial^2 y / \partial x^2 = 0 \quad (2)$$

Решение уравнения (2), представленное в работе [3], имеет вид

$$f_p = f_{p_0} \sqrt{1 - PS / F_{кр}} \quad (3)$$

f_p и f_{p_0} – частота собственных колебаний трубки, заполненных жидкостью соответственно при давлениях p и $p_0 = 0,1$ МПа;

$F_{кр} = \pi^2 EJ / (\mu l)^2$ – эйлера критическая сила; μ – коэффициент приведения длины, зависящий от условий закрепления концов трубки.

Согласно динамическому критерию устойчивости, условием перехода от устойчивой формы равновесия трубки к неустойчивой является равенство нулю частоты собственных колебаний сжатой трубки [3]. Из уравнения (3) видно, что частота собственных колебаний трубки равной нулю при выполнении следующего равенства

$$PS = \pi^2 EJ / (\mu l)^2 \quad (4)$$

Таким образом, при проектировании ВЧП, предназначенного для работы с жидкостями, находящимися под давлением, необходимо соблюдать следующее неравенство

$$PS < \pi^2 EJ / (\mu l)^2$$

где μ – для наиболее распространённых случаев закрепления концов резонаторов принимает следующие значения: один конец трубки жестко закреплен, а второй свободен – $\mu=2$; оба конца жестко закреплены - $\mu=0,5$. Отсюда очевидно преимущество резонаторов с жестко закрепленными концами, которые при прочих равных условиях могут быть использованы на большие давления.

Источники

1. Жуков Ю.П. Плотномеры. М.: Энергоатомиздат, 1991. 141 с.
2. Хакимов А.Г. Определение параметров трубопровода с жидкостью по собственным частотам изгибных колебаний // *Diagnostics, Resource and Mechanics of materials and structures*. 2019. Iss. 3. P. 16-24. doi: 10.17804/2410-9908.2019.3.016-024.
3. Ананьев И.В., Тимофеев П.Г. Колебания упругих систем в авиационных конструкциях и их демпфирование. М: Машиностроение, 1965. 526 с.

СИНТЕЗ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ ИЗ УСЛОВИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИНИМУМА ИНТЕГРАЛА ОТ КВАДРАТА ОШИБКИ

Гульназ Валерьевна Исакова¹, Николай Анатольевич Малёв²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
^{1,2}maleev@mail.ru

Аннотация: В работе сформулировано требование к качеству измерительных следящих систем с точки зрения точности процесса измерения. Поставлена задача синтеза корректирующего устройства, обеспечивающего требуемое качество измерения с применением критерия минимума интеграла от квадрата ошибки. Приведены этапы процедуры минимизации выбранного критерия и показаны пути формирования минимального значения интегральной квадратичной ошибки.

Ключевые слова: следящая система, корректирующее устройство, точность измерения, интегральный критерий.

SYNTHESIS OF THE MEASURING TRACKING SYSTEM CORRECTION DEVICE PROVIDING A MINIMUM OF INTEGRAL FROM THE SQUARE ERROR

Gulnaz Valerievna Isakova, Nikolay Anatolievich Malev

Annotation: The paper formulates a requirement for the quality of measuring tracking systems in terms of the measurement process accuracy. The problem is posed of synthesizing a correcting device that ensures the required measurement quality using the criterion of the minimum integral square error. The stages of the procedure for minimizing the selected criterion are given and the ways of forming the minimum value of the integral squared error are shown.

Keywords: tracking system, correcting device, measurement accuracy, integral criterion.

При решении инженерных задач на этапе проектирования качество измерительной следящей системы считается приемлемым, если рассогласование не превышает некоторого заданного предела, и признается неудовлетворительным в противном случае. В данном случае наиболее подходящим показателем качества можно считать временной отрезок, в течение которого рассогласование (ошибка регулирования) находится вне допустимых пределов. Чем меньше этот временной отрезок, тем выше качество измерительной следящей системы. При решении такого

типа задач целесообразно применять интегральные критерии различного типа.

Следует отметить, при минимизации, например, интеграла от квадрата ошибки одновременно уменьшается и интервал времени, в течение которого ошибка будет иметь значительную величину вследствие того, что величина интеграла от квадрата ошибки определяется значениями больших, а не малых ошибок.

При решении поставленной задачи задаются входной и желаемый выходной сигналы в виде функций времени, а также структура измерительной следящей системы. Требуется определить значения параметров системы, при которых интеграл от квадрата ошибки примет минимальное значение.

После вычисления интеграла получаем ошибку управления в виде функции параметров системы и определяем такие значения параметров, при которых интегральная квадратичная ошибка будет иметь минимум.

Задача минимизации выбранного критерия качества разбивается на четыре этапа.

Первый этап состоит в определении изображения Лапласа ошибки как функции комплексной переменной s . Эта функция будет зависеть от параметров системы, которые могут быть заданы произвольно.

Второй этап состоит в определении интегральной квадратичной ошибки I_y в функции изображения ошибки $y_e(s)$ на основании теоремы Парсеваля

$$I_y = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} ds y_e(-s) y_e(s).$$

В случае, если $y_e(s)$ – дробно-рациональная функция, то интегральная квадратичная ошибка может быть записана как

$$I_y = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} ds \frac{c(-s)c(s)}{d(-s)d(s)},$$

где $c(s)$, $d(s)$ – полиномы.

Третий этап состоит в вычислении соответствующего интеграла, в результате чего получаем интегральную квадратичную ошибку в функции параметров p_1, \dots, p_k ,

$$I_y(p_1, p_2, \dots, p_k).$$

На четвертом этапе производится выбор значений параметров из условия минимума интегральной квадратичной ошибки. Для этого

необходимо приравнять частные производные I_y по параметрам к нулю и решить полученную систему уравнений относительно значений параметров:

$$\frac{\partial I_y}{\partial p_k} = 0, \quad (k = 1, 2, \dots, k).$$

Используя семейство совокупностей значений параметров и достаточное число соответствующих зависимостей, можно определить значения всех параметров, обеспечивающих приближение интегральной квадратичной ошибки к ее минимальному значению.

Источники

1. Погодицкий О.В., Малёв Н.А., Ахунов Д.Д., Цветков А.Н. Расчёт и моделирование электроприводов с регуляторами различной конфигурации: Лабораторный практикум. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2014.

2. Филипс Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. 616 с.

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ПРОБЛЕМЕ РАЗРАБОТКИ ТРЕБОВАНИЙ К СОХРАНЯЕМОСТИ МЕХАТРОННЫХ ОБЪЕКТОВ

Борис Васильевич Кузнецов¹, Арина Юрьевна Шабалина²,
Алексей Борисович Кузнецов³
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
³НПП «ГКС», г. Казань,
^{1,2,3}kuznetsov_b@rambler.ru

Аннотация: Приведены основные проблемы, сопровождающие разработку требований к сохраняемости мехатронных объектов на ранних стадиях их внедрения или разработки с позиций системного подхода.

Ключевые слова: мехатронный объект, разработка, надёжность, сохраняемость, наработка на отказ, вероятность безотказной работы, техническое обслуживание, ремонт.

FEATURES OF A SYSTEM APPROACH TO THE PROBLEM OF DEVELOPMENT OF REQUIREMENTS FOR CONSERVATION AND MECHATRONIC OBJECTS

Boris Vasilievich Kuznetsov, Arina Yurievna Shabalina,
Alexey Borisovich Kuznetsov

Annotation: The main problems accompanying the development of requirements for the preservation of mechatronic objects at the early stages of their implementation or development from the standpoint of a systems approach are presented.

Key words: mechatronic object, development, reliability, preservation, MTBF, probability of failure-free operation, maintenance, repair.

В процессе применения объектов возникает большое количество причин, понижающих их надёжность. Свойство сохраняемости должно обеспечить объекту требуемый уровень вероятности выполнения задач в соответствии с назначением при воздействии факторов, не обуславливающих расходование ресурса. К наиболее влиятельным из них следует отнести климатические и ударно-вибрационные факторы. Особенно важно учитывать эти факторы при разработке мехатронных объектов.

Физическое содержание влияния указанных факторов заключается в воздействии на элементы различных видов энергии, которое вызывает как временное отклонение от номинала, так и необратимые изменения

основных технических характеристик в том числе и надежности. Причем это воздействие носит случайный характер, что наряду со случайными изменениями внутренней энергии атомов предопределяет использование соответствующих методов исследования.

Для объектов, насыщенных радиоэлектронной аппаратурой, доминирующими воздействиями являются тепловая, химическая и механическая энергия.

Тепловая энергия действует при колебаниях температуры окружающей среды. При этом происходит старение металлов, разрушение изоляционных материалов, изменение параметров электро- и радиоэлементов и т. д. Оптимальная температура сохранения объектов из этих материалов $+5...+10^{\circ}\text{C}$.

Химическая энергия действует на объект при наличии агрессивных сред, которые вызывают процессы, приводящие к коррозии и разрушению элементов и узлов. Для рассматриваемых объектов агрессивной средой является влага. Так, например, коррозия металлов значительно усиливается при относительной влажности более 50 - 60%, а повышение температуры обмоток электрических машин на 10% уменьшает срок их службы почти в два раза. Оптимальной считается относительная влажность 15 - 30%.

Механическая энергия действует на объект в виде статических или динамических нагрузок от взаимодействия с внешней средой либо возникает в самом объекте как следствие накопления энергии в потенциальной форме. В результате такого действия происходит достаточно быстрое накопление признаков усталости материалов с последующими, обычно внезапными, поломками (отказами), в том числе обрыв проводников, растрескивание печатных плат и др.

Следовательно, в силу различного физического содержания климатических и ударно-вибрационных факторов представляется целесообразным считать их независимыми случайными воздействиями. Тогда вероятность того, что к моменту начала применения объекту будет обеспечена сохранность, можно представить в виде

$$P_c = \text{Вер}(t > T_{cy}) = P_{xp} P_{tp}, \quad (1)$$

где T_{cy} – гамма процентный срок сохраняемости; P_{xp} – вероятность сохранения свойств объекта от воздействия температурно-влажностных факторов; P_{tp} – вероятность сохранения свойств объекта от воздействия вибрационных нагрузок.

Изменения температуры T° и относительной влажности φ воздуха во времени являются коррелированными непрерывными случайными процессами, зависящими от множества меняющихся факторов. Точное аналитическое описание их на современном уровне знаний невозможно. В общем случае воздействие различного вида энергии, в частности, тепловой, вызывает изменение накопленных повреждений. Мерой накопления повреждений может служить скорость накопления или обратная величина времени до разрушения. Причем лучше перейти к безразмерному коэффициенту усталости $k_y = \tau_\varepsilon/\tau_{II}$, величина которого характеризует повторяемость температурно-влажностных факторов. Величина τ_{II} является предельной продолжительностью пребывания объекта при фиксированных T° и φ . Она определяется законом Аррениуса по зависимости

$$\tau_{II} = \tau_0 \varphi^{-n} \exp\left(\frac{E}{RT^\circ}\right),$$

где τ_0 – постоянная величина, соответствующая $T^\circ = \infty$; E – энергия активации; R – газовая постоянная; n – порядок реакции.

Учитывая тот факт, что суммарный коэффициент усталости также представляет собой отношение времени пребывания в соответствующем режиме к предельному и что данные по температурно-влажностным факторам представляют собой средние значения, можно записать выражения для оценки среднего предельного времени $\overline{\tau_1}$ пребывания объекта в режиме хранения при благоприятных условиях (например, на складе) и среднего предельного времени $\overline{\tau_2}$ пребывания в неблагоприятных условиях хранения

$$\overline{\tau_1} = \left(\sum_{i=1}^{\eta_1} \sum_{j=1}^{\eta_2} \frac{\tau_{\varepsilon ij}}{\tau_{n ij}} \right)^{-1};$$

$$\overline{\tau_2} = \left(\sum_{i=1}^{\eta'_1} \sum_{j=1}^{\eta'_2} \frac{\tau'_{\varepsilon ij}}{\tau'_{n ij}} \right)^{-1},$$

где $\eta_1, \eta_2, \eta'_1, \eta'_2$ – количество интервалов разбиения T° и φ для складов и неблагоприятных условий (например, полевых) соответственно;

$\tau_{\varepsilon ij}, \tau'_{\varepsilon ij}$ – повторяемость i -й температуры при j -й относительной влажности за год для благоприятных и неблагоприятных условий соответственно;

$\tau_{ni j}, \tau'_{ni j}$ – предельное время пребывания объекта при i -й температуре и j -й влажности в благоприятных и неблагоприятных условиях соответственно;

Таким образом, величины $\overline{\tau_1}$ и $\overline{\tau_2}$ могут быть интерпретированы как средние сроки сохраняемости элементов, т. е.

$$\overline{\tau_1} = T_{с. ср 1}$$

и

$$\overline{\tau_2} = T_{с. ср 2},$$

где $T_{с. ср 1}$ и $T_{с. ср 2}$ – средние сроки сохраняемости элементов в благоприятных и неблагоприятных условиях.

Отсюда легко установить связь условий воздействия температурно-влажностных факторов с показателем сохраняемости элемента. Действительно, $T_{с. ср} = T_{с. ср 1} + T_{с. ср 2}$.

Поскольку по имеющимся данным определить достоверную оценку дисперсии случайных величин τ_1 и τ_2 не представляется возможным, то принцип максимума энтропии постулирует использование экспоненциальных законов распределения с плотностями

$$f_j(\tau_{1j}) = \frac{1}{\tau_{1j}} \exp\left(-\frac{\tau_{1j}}{\tau_{1j}}\right) \quad (2)$$

и

$$u_j(\tau_{2j}) = \frac{1}{\tau_{2j}} \exp\left(-\frac{\tau_{2j}}{\tau_{2j}}\right), j = \overline{1, k}$$

соответственно (k – количество подсистем в объекте).

В силу того, что показатель сохраняемости не оценивает целевой контур применения объекта по назначению, позволительно представить его структуру в этом случае параллельно-последовательной схемой. Тогда с учетом (2) интегральные функции распределения предельного времени пребывания объекта в благоприятных и неблагоприятных условиях примут следующий вид:

$$F(t) = 1 - \prod_{j=1}^k \left\{ 1 - \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_{1j}}\right) \right]^{n_j} \right\};$$

$$u(t) = 1 - \prod_{j=1}^k \left\{ 1 - \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_{2j}}\right) \right]^{n_j} \right\},$$

где $n_j, j = \overline{1, k}$ – количество элементов в каждой подсистеме.

Продолжительность пребывания объекта в благоприятных условиях легко выразить долей суммарного времени хранения $c_{\text{хр}}$, т. е.

$$T_{1\text{хр}} = c_{\text{хр}} T_{\text{хр}},$$

где $T_{\text{хр}}$ – суммарная продолжительность хранения.

Источники

1. Кузнецов Б.В., Горовацкий В.Я. Особенности системного подхода к проблеме разработки технических требований к электротехническим объектам / Сборник материалов 17-й Всероссийской межвузовской научно-технической конференции. Ч1. КВАКУ, Казань, 2005г., с.168-170.

2. Бородин А.И., Кузнецов Б.В. и др. Основы войскового ремонта вооружения и техники РВ и А ВС РФ: Учебник для курсантов военно-учебных заведений РВ и А ВС РФ. М: Министерство обороны РФ, 1999. 378с.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НОРМИРОВАНИЯ НАДЁЖНОСТИ ОБЪЕКТОВ МЕХАТРОНИКИ

Борис Васильевич Кузнецов¹, Олег Владимирович Козелков²,
Алексей Борисович Кузнецов³, Татьяна Николаевна Львова⁴
^{1,2,4}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
³НПП «ГКС», г. Казань,
^{1,2,3,4}kuznetsov_b@rambler.ru

Аннотация: Приведены основные проблемы, сопровождающие нормирование надёжности мехатронных объектов на ранних стадиях их внедрения или разработки с позиций системного подхода.

Ключевые слова: объект мехатроники, обоснование, надёжность, разработка, свойства, показатели качества, системный подход, технические требования.

METHODOLOGICAL BASIS OF REGULATION OF RELIABILITY OF OBJECTS OF MECHATRONICS

Boris Vasilievich Kuznetsov, Kozelkov Oleg Vladimirovich,
Alexey Borisovich Kuznetsov, Tatiana Nikolaevna Lvova

Annotation: The main problems accompanying the standardization of the reliability of mechatronic objects at the early stages of their implementation or development from the standpoint of a systems approach are presented.

Key words: mechatronics object, justification, reliability, development, properties, quality indicators, system approach, technical requirements.

Данный термин намного шире, чем «обоснование требований к надёжности». В соответствии с ГОСТ [1] нормирование надёжности включает:

- выбор номенклатуры нормируемых показателей надёжности;
- технико-экономическое обоснование значений показателей надёжности объекта и его составных частей;
- задание требований к точности и достоверности исходных данных; формулирование критериев отказов, повреждений и предельных состояний;
- задание требований к методам контроля надёжности на всех этапах жизненного цикла образца.

Рассмотрим основные этапы нормирования. Выбор номенклатуры нормируемых показателей надёжности для конкретных изделий осуществляется по согласованию между потребителем и изготовителем в

зависимости от вида объекта, его целевого назначения, последствий отказов.

При выборе номенклатуры показателей надежности рекомендуется руководствоваться следующими правилами:

– номенклатура нормируемых показателей должна быть минимальной и в то же время достаточной для характеристики всех свойств надежности, характерных для данного изделия;

– показатели долговечности должны задаваться только для восстанавливаемых изделий. Для изделий, исчерпание ресурса которых происходит под воздействием нагрузок, обусловленных функционированием, долговечность должна регламентироваться показателями, характеризующими ресурс (средний, гамма процентный), в остальных случаях долговечность регламентируется показателями, характеризующими срок службы;

– для изделий, подвергаемых среднему (капитальному) ремонту, задают показатели долговечности до первого (капитального) среднего ремонта, в остальных случаях задают показатели долговечности, характеризующие ресурс (срок службы) до списания;

– показатели сохраняемости задаются для изделий, подвергаемых хранению и (или) транспортированию;

– показатели ремонтпригодности задаются для ремонтируемых изделий, для которых продолжительность технического обслуживания и (или) ремонта оказывает существенное влияние на эффективность выполнения изделием своего функционального назначения или трудоемкость (стоимость) этих операций имеет существенную значимость для потребителя;

– номенклатура нормируемых показателей надежности изделий и его составных частей должна быть взаимоувязана.

Технико-экономическое обоснование значений показателей надежности объектов осуществляется, как правило, по критерию «стоимость-эффективность»:

$$\begin{aligned} C(\mathbf{X}, \mathbf{R}) &\rightarrow \min; \\ W(\mathbf{X}, \mathbf{R}) &\geq W_{\text{тр}}, \end{aligned} \quad (1)$$

где \mathbf{X} – вектор технических характеристик (ТХ) образца, определяющих наряду с надежностью эффективность его применения W и затраты C , $\mathbf{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}$; \mathbf{R} – вектор оптимизируемых показателей надежности, $\mathbf{R} = \{r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_n\}$; $W_{\text{тр}}$ – требуемый уровень эффективности функционирования объекта.

Учитывая, что установление зависимостей «стоимость-надежность» связано с известными трудностями, а также то обстоятельство, что не все ТХ могут быть отражены через денежный эквивалент, решение задачи обоснования требований к надежности в этой информационной ситуации целесообразно по допустимому уровню снижения эффективности $(1 - W_{\text{тр}})$:

$$W(X, R) \geq W_{\text{тр}}. \quad (2)$$

Конкретный вид показателей W и C в задачах (1) и (2), а также отражение в них тех или иных свойств надежности будет определяться продолжительностью выбранного в качестве типового цикла эксплуатации и применения объекта. В наиболее общем случае, когда рассматривается весь жизненный цикл объекта, возникает задача учета всех свойств надежности, неразрывно связанных между собой. Эту связь можно изобразить схематично (рис. 1), вложив в понятие сохраняемости более широкий смысл и распространив его на период нормальной эксплуатации. Поток отказов $\omega(t)$ объекта, агрегата или отдельной детали определяется их безотказностью (Б). Для невосстанавливаемых деталей понятия безотказности и долговечности (Д) совпадают. Поток отказов восстанавливаемых изделий формирует соответствующий поток затрат $S_B(t)$, который может служить критерием оптимизации долговечности деталей или агрегатов и нормирования потока замен $\delta(t)$. Требуемая ремонтпригодность (Р) определяется агрегированием потоков $\omega(t)$ и $\delta(t)$ и соответствующих им потоков затрат $S_B(t)$ и $S_D(t)$ в поток восстановлений $\mu(t)$. Сохраняемость, рассматриваемая здесь как свойство объекта сохранять заданную надежность в процессе эксплуатации, оценивается потоком списаний $h(t)$ и соответствующим ему потоком суммарных эксплуатационных затрат $S_C(t)$. Потоки затрат определяются уравнениями:

$$S_B(t) = C_{\text{от}}\omega(t); S_D(t) = C_3\delta(t); S_P(t) = C_P\mu(t); S_C(t) = C_3h(t), \quad (3)$$

где $C_{\text{от}}$, C_3 , C_3 , C_P – стоимость устранения отказа, эксплуатации, замены и ремонта соответственно.

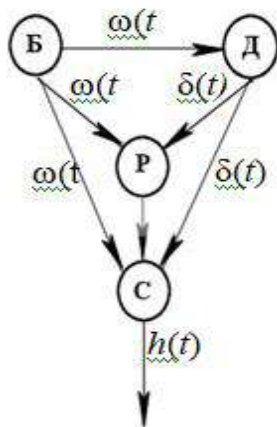


Рис. 1. Взаимозависимость свойств надежности

Таким образом, на основании схемы (рис. 1) с использованием критерия (1) можно решать задачу обоснования требований к надежности объекта в целом. При этом в качестве показателя W могут быть приняты на этапе эксплуатации коэффициент готовности K_r , а на этапе применения – вероятность выполнения типовой задачи. Аналогичны формы показателя W и при обосновании требований с помощью критерия (2), т.е. при отсутствии стоимостных зависимостей.

Источники

1. ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения.
2. Кузнецов Б.В., Горовацкий В.Я. Особенности системного подхода к проблеме разработки технических требований к электротехническим объектам / Сборник материалов 17-й Всероссийской межвузовской научно – технической конференции. Ч1. КВАКУ, Казань, 2005г., с.168-170.
3. Бородин А.И., Кузнецов Б.В. и др. Основы войскового ремонта вооружения и техники РВ и А ВС РФ: Учебник для курсантов военно-учебных заведений РВ и А ВС РФ. М: Министерство обороны РФ, 1999.

ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ВОДЫ В МОБИЛЬНОЙ СНЕГОПЛАВИЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

Анастасия Дмитриевна Кузнецова¹, Светлана Васильевна Смирнова²
^{1,2}КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань
¹1999@list.ru; ²svs.smirnova@gmail.com

Аннотация: В статье уделяется внимание влиянию загрязнения снежных масс на экологическое состояние окружающей среды, в качестве решения проблемы очистки снега предложена мобильная снегоплавильная установка. В качестве датчика уровня воды в снегоплавильной камере используется емкостной уровнемер. Рассмотрены принцип действия уровнемера и возможные конструкции.

Ключевые слова: установка снегоплавильная, утилизация снега, очистка снежных масс.

WATER LEVEL MEASUREMENT IN A MOBILE SNOW MELTING PLANT

Anastasiya Dmitrievna Kuznetsova, Svetlana Vasilevna Smirnova

Annotation: The article focuses on the impact of snow mass pollution on the ecological state of the environment, a mobile snow melting plant is proposed as a solution to the problem of snow cleaning. A capacitive level gauge is used as a water level sensor in the snow melting chamber. The principle of operation of the level gauge and possible designs are considered.

Keywords: snow melting plant, snow disposal, snow mass cleaning.

В настоящее время загрязнение окружающей среды приобрело огромный размах. Загрязнение имеет множество причин и одна из них несвоевременные уборка и утилизация снега.

Загрязнение снега происходит в два этапа. При образовании снежинки вбирают в себя загрязняющие вещества из атмосферы, поэтому выпавший снег уже является загрязненным. Далее происходит еще большее загрязнение уже выпавшего снега, на него загрязняющие вещества оседают из атмосферы, а также поступают из подстилающих почв и горных пород [1]. Можно сделать вывод, что загрязнение снега происходит по тем же причинам что и загрязнение атмосферного воздуха. К таким причинам относятся: выхлопные газы, промышленные выбросы и так далее.

Таким образом, в снег попадает огромное количество опасных химических веществ и соединений, которые при таянии попадают в почву, водостоки и водосборы водоёмов, а далее в организмы растений и

животных, в том числе в организм человека. В снеге, взятом в городе Казань, выявилось превышение предельно допустимой концентрации по взвешенным веществам, нитритам, фосфатам, фенолам, фторидам, нефтепродуктам, по железу, меди, цинку, алюминию, марганцу, ртути, никелю, кобальту и по додецилсульфату натрия [2].

Поэтому необходимо не только убирать снег с улиц, но и производить его очистку. Для этого можно использовать мобильную снегоплавильную установку, описанную в патенте № RU 2695676 E01H 5/10 [3]. Предлагаемое устройство предполагает плавление и проведение механической и химической очистки снежных масс, что поможет улучшить экологическую ситуацию. Кроме того, установка имеет возможность мобильного перемещения посредством ходовой части.

В мобильной снегоплавильной установке для определения уровня жидкости в снегоплавильной камере используются датчики уровня. В качестве такого уровня может выступать емкостной уровнемер.

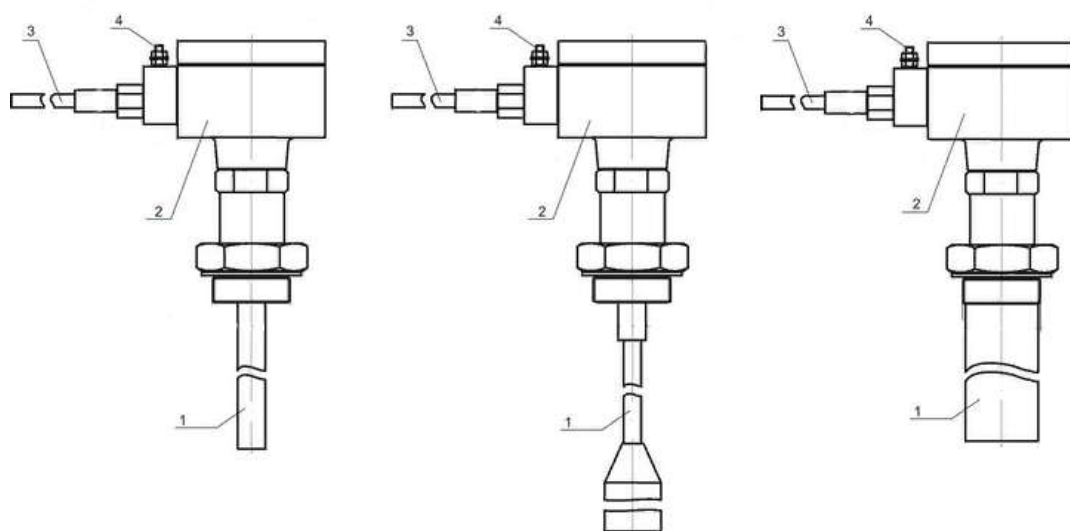
Емкостный уровнемер разработан для контроля уровня материала в резервуаре на основании измерения электрической емкости датчика, входящего в уровнемер.

Датчик уровнемера представляет собой емкостный конденсатор из нескольких проводников, входящих в чувствительный элемент уровнемера. В современных вариантах конденсатор может быть сформирован из электрода, входящего в датчик, и стенок резервуара.

Конструкция конденсаторных преобразователей различна для электропроводных и неэлектропроводных жидкостей. Различие преобразователей состоит в том, что один из электродов уровнемеров для электропроводных жидкостей покрыт изоляционным слоем, электроды преобразователей для неэлектропроводных жидкостей не изолированы.

Весь принцип действия таких уровнемеров основан на том, что у жидкостей и газового пространства над ними разные электрические свойства. Чувствительные элементы, погруженные в жидкость, определяют емкость, а вторые обкладки, остающиеся «снаружи», так же делают замеры, и на основании этих сведений делаются выводы о высоте жидкостного столба.

Емкостные датчики отличаются большим разнообразием конструктивных исполнений для конкретных применений, могут быть стержневого, трубчатого типов, гибкие, тросовые и т. п. На рис. представлены внешний вид преобразователей уровня ПУМА 100 с разными типами чувствительных элементов – со стержневым, гибким и трубчатым соответственно.



Внешний вид преобразователей уровня ПУМА 100

Для использования в снегоплавильной камере мобильной снегоплавильной установке подходит емкостной уровнемер ПУМА 115, который представляет собой моноблочную конструкцию, объединяющую электронный преобразователь и чувствительный элемент. Данный уровнемер используется в электропроводной среде и имеет длину чувствительного элемента 1,0-2,5 м.

Источники

1. Соловьева, Н.Е., Олькова Е.А., Алябьева А.А., Краева О.В. Исследование талой воды (снега) как показатель загрязнения атмосферы урбанизированной среды // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 668-672.
2. Доклады «О состоянии природных ресурсов и охраны окружающей среды РТ в 2004-2019 годах», г. Казань.
3. Смирнова С.В., Потапов К.А., Мушарапов Р.Н., Мингазетдинов И.Х. Патент на изобретение. Мобильная снегоплавильная установка // Оpubл. 25.07. 2019 г. Бюл. № 21. РФ №2695676, 09.01.2018.

МОДУЛЬ ДИАГНОСТИКИ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТЕРА

Игорь Владимирович Ломакин¹, Гумар Ринатович Хабибуллин²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ» г. Казань
^{1,2}lomakin_igor@mail.ru

Аннотация: В статье предложен диагностический модуль созданный в приложении Excel на основе комбинаторной диагностической модели электрической схемы управления транспортной машины (транспортера, конвейера). Цель работы – исследование электрической схемы управления транспортной машины и построение ее диагностической программы. В исследовании используются методы современной теории алгебры логики и математического моделирования. В данной работе автором решены задачи разработки программы диагностики использующей комбинаторную диагностическую модель схемы управления транспортера.

Ключевые слова: диагностическая модель, транспортер, контроль, управление, электрическая схема, электротехника.

THE DIAGNOSTICS MODULE OF THE CONTROL CIRCUIT OF THE CONVEYOR

Igor Vladimirovich Lomakin, Gumar Rinatovich Khabibullin

Annotation: The article offers a diagnostic module created in the Excel application based on a combinatorial diagnostic model of the electrical control circuit of a transport machine (conveyor, conveyor). The purpose of this work is to study the electrical control scheme of a transport vehicle and build its diagnostic program. The research uses methods of modern theory of logic algebra and mathematical modeling. In this paper, the author solved the problems of developing a diagnostic program using a combinatorial diagnostic model of the conveyor control scheme.

Keywords: diagnostic model, conveyor, control, control, electrical circuit, electrical engineering.

Повышение эффективности и эксплуатации технических систем за счет повышения коэффициента готовности признается одной из наиболее актуальных проблем в технике. Бурное развитие технического прогресса повлекло за собой усложнение техники, применяемой в технологических процессах. Существенно возросли требования к сокращению времени приведения аппаратуры в рабочее состояние.

Большую роль играет своевременное обнаружение и устранение эксплуатационных отказов и повреждений, что убедительно показывает важность использования диагностических средств в транспортных машинах.

На сегодняшний день все современные предприятия оснащены различными транспортными машинами. Но неправильная эксплуатация, нарушение мер безопасности, а так же халатность специалистов может привести к нарушению работы электропривода и нарушению технологического процесса. Поэтому быстрый поиск неисправности играет решающую роль в устранении отказа и обуславливает актуальность работы.

Работа направлена на облегчение поиска неисправностей в электрических схемах управления транспортных машин.

Объектом исследования является электрическая схема управления транспортной машины (транспортера, конвейера).

Цель работы – исследование электрической схемы управления транспортной машины, построение ее диагностической модели и разработку удобного интерфейса пользователя.

В исследовании используются методы современной теории алгебры логики, математического и компьютерного моделирования.

В данной работе автором решены задачи разработки комбинаторной диагностической модели схемы управления транспортных машин.

Анализ средств и способов контроля показал, что для разработки перспективного многофункционального электрооборудования целесообразно применять комбинированный метод.

Главными требованиями, которым должна удовлетворять диагностическая модель, являются достаточно подробное описание объекта диагностирования, модель должна отображать внутреннюю структуру объекта, модель должна строиться на базе привычной информации, без подробного описания объекта.

Соблюдение этих требований даёт возможность разработать диагностическую модель, позволяющую построить схему диагностирования как процедуры выявления соответствия между множествами признаков и неисправностей. В процессе диагностирования по модели, представляющей реальный объект набором признаков, необходимо определить (распознать) неисправность по этим признакам. Модель в форме графа причинно- следственных связей, применяется для поиска отказов типа «обрыв», а модель в форме графа информационно- энергетических связей, применяется для поиска отказов типа «обрыв» и «короткое замыкание» [1].

Чтобы предложение о состоянии объекта контроля было достаточно характерным, необходимо разработать такую диагностическую модель, которая наиболее полно учитывала взаимосвязь элементов этого объекта с

его выходными параметрами. В качестве такой модели для электрооборудования предлагается комбинаторная диагностическая модель.

Комбинаторная диагностическая модель представляется в виде графа, позволяет наглядно определить степень влияния функциональных подмножеств электрооборудования на решаемые задачи и выполняемые, ею функции, установить логические связи между функциональными подмножествами электрооборудования, определить оптимальную глубину проведения контроля электрооборудования. Табличная форма представления этой модели позволяет оперативно осуществлять ввод информации в память ЭВМ, наглядно представляет связь подмножеств модели на различных уровнях.

Для построения комбинаторной диагностической модели (КДМ) электрооборудования необходимо ввести следующие допущения:

- отказ функциональных элементов возникает независимо;
- отказы за время контроля не возникают;
- в электрооборудовании возможен одиночный отказ;

инструментальная достоверность контроля и контроля равна единице [2].

Исследования показывают, что задача поисков отказов решается более успешно, если в этом процессе выделить этап предварительной локализации места отказа с помощью заранее сформированных диагностических моделей, контролируемых объектов. При этом предпочтение отдается тем моделям, которые позволяют, возможно, быстрее и проще локализовать наименьшую область отказа [3].

Учитывая тот факт, что состояние электрооборудования в конечном итоге определяется на основе оценки донесения сигналов - реакций, построение модели целесообразно осуществлять на основе выделения подмножеств элементов, обеспечивающих формирование команд и контроль донесений.

Представление диагностической модели электрооборудования в форме графа наглядно и удобно при относительно небольшом количестве диагностических параметров (не превышающем 4-5). При большом количестве диагностических параметров более удобной является табличная форма диагностической модели. Табличная форма комбинаторной диагностической модели электрооборудования дает наглядное представление о задействовании элементов электрооборудования в различных операциях и проверках.

В качестве примера предлагается рассмотреть схему управления электрическим приводом транспортной машины [4] показанную на рис.1.

Выделяем три режима функционирования: движение и останов ленты; движение и останов рамы вверх; движение и останов рамы вниз.

В каждом из режимов функционирования можно выделить несколько информационных элементов, воспринимаемых органами чувств оператора.

При включении кнопки ПУСК ЛЕНТЫ оператор видит движение ленты и свечение лампы ЛЕНТА, а так же слышит шум мотора. Их можно выбрать в качестве информационных элементов. В этом же режиме желательно проверить и при нажатии кнопки СТОП ЛЕНТА. В этом режиме выбираем следующие информационные элементы: И1 - движение ленты; И2 - свечение лампы ЛЕНТА; И3 - остановка ленты.

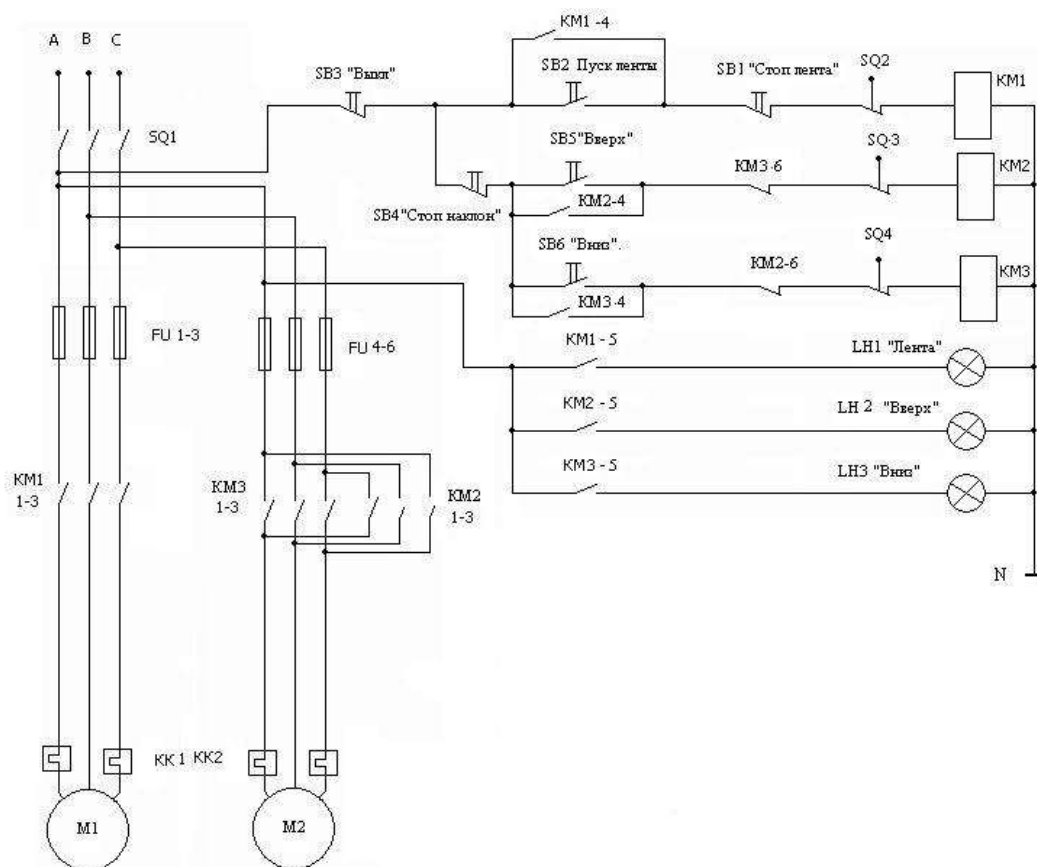


Схема электропривода транспортера

В режиме движения и останова рамы вверх выполняется операция включения кнопки ВВЕРХ, при этом наблюдается движение рамы вверх и свечение лампы ВВЕРХ. В этом же режим возможно наблюдение двух остановок рамы от конечного выключателя или от кнопки СТОП НАКЛОН. В этом режиме выбираем следующие информационные

элементы: И4 - движение рамы вверх; И5 - свечение лампы ВВЕРХ; И6 - остановка ленты.

И7 - остановка ленты в крайнем верхнем положении.

В режиме движения и останова рамы вниз выполняется операция включения кнопки ВНИЗ, при этом наблюдается движение рамы вниз и свечение лампы ВНИЗ. В этом же режим возможно наблюдение двух остановок рамы от конечного выключателя или от кнопки СТОП НАКЛОН. В этом режиме выбираем следующие информационные элементы: И8 - движение рамы вниз; И9 – свечение лампы ВНИЗ; И10 - остановка ленты в крайнем нижнем положении.

Таким образом по результатам анализа работы схемы электропривода для построения комбинаторно- диагностической модели предлагается использовать десять информационных элементов. Для десяти информационных элементов необходимо выделить десять влияющих множеств В1 – В10 [5].

Анализ всех элементов схемы позволил получить комбинаторные подмножества представленные в таблице.

Таблица комбинаторных подмножеств

Режимы		Движение ленты			Движение рамы вверх			Движение рамы вниз			
Влияющие множества	Элементы влияющих множеств	Информационные параметры									
		И1	И2	И3	И4	И5	И6	И7	И8	И9	И10
K1	FU1 - FU3, КК1, КМ1/1-3, М1	1									
K2	КМ1/5, LH1		1								
K4	КМ2/1-3, КМ2/4, КМ3/6				1						
K5	КМ2/5, LH2					1					
K6	SB4						1				
K7	SQ3							1			
K8	КМ3/1-3, КМ3/4, КМ2/6								1		
K9	КМ3/5, LH3									1	
K10	SQ4										1
K1,2	SB2, КМ1, КМ1/4, SQ2, SB3	1	1								
K4,5	SB5, КМ2				1	1					
K4,8	КК2, FU4 - FU6, М2				1				1		
K8,9	SB6, КМ3								1	1	
K1,2,3	SB1	1	1	1							
K1-10	A, B, C, N, SQ1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

На основе полученной табличной комбинаторной модели строится алгоритм поиска неисправностей в приложении *Excel*.

Источники

1. Осин Я.Я., Гельфандбейн Я. А., Маркович З. П., Новожилова Н. В. Диагностирование на граф-моделях. На прим. авиац. и автомоб. техники. М.: Транспорт, 1991. 243 с.
- 2.. Фандеев В. Отчет о НИР "Разработка элементов автоматизированного управления системы диагностирования аппаратуры РАВ." Пенза 1980г.
3. Харламов В.В. и др. Формирование граф'модели диагностирования коллекторно'щеточного узла тягового электродвигателя с учетом тепловых факторов Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 1, С. 88-95.
4. Основы электропривода. Курс лекций: Челябинск. Челябинский энергетический колледж [Электронный ресурс] Доступно по URL: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=71486>
5. Хабибуллин Г.Р., Ломакин И.В., Закиров И.С. Построение диагностической модели схем управления транспортных машин. Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: матер. V Национальной научно-практической. конференции.: в 2 т. Казань: Казанский государственный энергетический университет. 2019. Т.1. С.105-114.

МЕХАТРОННЫЙ МОДУЛЬ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАНИЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

Игорь Владимирович Ломакин¹, Азалия Фидаилевна Шаймуллина²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ» г. Казань
^{1,2}lomakin_igor@mail.ru

Аннотация: В работе рассматривается модель мехатронного модуля, использующего акселерометрический канал контроля перемещений материальных точек на поверхности тела животного и для оценивания показателей колебательности мышечной ткани животных. Объектом исследования являются параметры свободных колебаний поверхности мышцы и алгоритм их измерения и обработки. В исследовании используются методы, математического и компьютерного моделирования. Предложена модель мехатронного модуля и исследован алгоритм идентификации параметров колебаний по результатам измерений.

Ключевые слова: колебание, контроль, мышечная ткань, акселерометр, измерение, мехатронный модуль.

MECHATRONIC MODULE FOR MONITORING PARAMETERS OF MUSCLE TISSUE VIBRATIONS

Igor Vladimirovich Lomakin, Azaliya Fidailevna Shaimullina

Annotation: The paper considers a model of a mechatronic module that uses an accelerometric channel for monitoring the movement of material points on the surface of the animal's body and for evaluating the vibrational parameters of animal muscle tissue. The object of research is the parameters of free vibrations of the muscle surface and the algorithm for their measurement and processing. The research uses methods of mathematical and computer modeling. A model of the mechatronic module is proposed and an algorithm for identifying vibration parameters based on measurement results is investigated.

Keywords: oscillation, control, muscle tissue, accelerometer, measurement, mechatronic module.

Повышение эффективности наращивание массы мышц за счет контроля параметров их колебаний и подачи внешних импульсных воздействий сигналов с резонансной частотой является одной из актуальных проблем

Цель исследований – исследование формирования импульсных управляющих сигналов моделью мехатронного модуля по результатам контроля параметров колебаний мышечной ткани с заданной точностью.

В работе [1] описана возможная методика идентификации параметров эквивалентного колебательного звена по графику колебания объекта использующая для описания принципа работы мышц к трехкомпонентную модель А. Хилла [2]. В данной модели выделяют три

компонента: мышечные волокна, соединительно-тканые образования, которые находятся параллельно мышечным волокнам и сухожилия. Их биомеханические свойства несут различный характер. Мышца является упругим компонентом, а следовательно, представляет собой многосложную колебательную систему, состоящую из множества колебательных звеньев и демпфирующих элементов, которую можно представить с определённой точностью одним эквивалентным колебательным звеном [3].

Для оценки движения мышцы рассматриваются продольные колебания в направлении, перпендикулярном свободной поверхности. Чтобы описать колебания мышечных волокон необходимо выбирать координаты z , иными словами, вертикальное перемещение нижней точки вымени [4]. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний мышцы имеет вид:

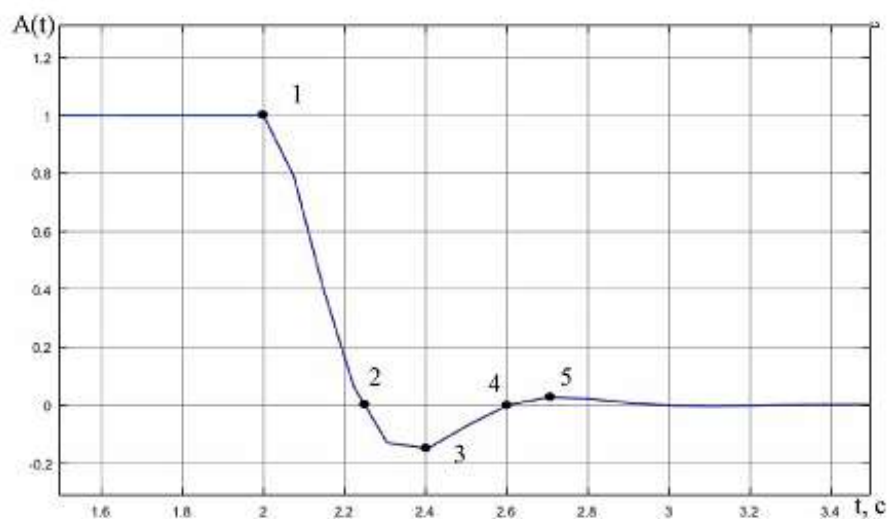
$$\ddot{z} + 2\beta \dot{z} + \omega_0^2 z = 0 \quad (1)$$

где β - коэффициент затухания; ω_0 - частота собственных незатухающих колебаний.

Используя акселерометр, закрепленный на поверхности мышцы, получают мгновенные значения ускорения поверхности мышцы, после окончания возбуждающего воздействия. На основе этих измерений вычисляются скорость и смещение. Определив минимумы и максимумы смещений вымени, можно определить их период T и декремент затухания λ . По этим значениям вычисляется коэффициент затухания β , а затем и частота собственных незатухающих колебаний ω_0 .

Учитывая большой коэффициент затухания мышцы, возникает сложность с определением точек для оценки декремента затухания. Предлагается использовать следующие характерные точки (рис.1).

Наиболее целесообразно оценивать полупериод собственных колебаний по точкам 2 и 4, однако учитывая, что мышца может совершать не полные колебания, так же определяется период колебаний по точкам 1 и 3.



Колебания вымени после внешнего воздействия

Эксперимент показал, что используемый принцип идентификации параметров эквивалентного колебательного звена по графику колебания объекта валиден. Полученные значения параметров можно использовать для получения оценки резонансной частоты мышцы.

Полученные результаты продемонстрировали, что акселерометрический канал измерения мехатронного модуля позволяет определять упругие свойства мышечной ткани.

Источники

1. Ломакин И.В., Парфенов А.А., Шаймуллина А.Ф. Оценка возможности идентификации параметров колебаний мышечной ткани. Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: матер. V Национальной науч.-практ. конф.: в 2 т. Казань: Казанский государственный энергетический университет 2019. Т. 1. С.57-60.

2. Трехкомпонентная модель мышцы [Электронный ресурс] Доступно по URL: <https://studfiles.net/preview/1863817/>.

3. Самсонова А.В. Биомеханические свойства скелетных мышц человека. [Электронный ресурс] Доступно по URL: <https://allasamsonova.ru/ngu-im-p-f-lesgafta/studenty/biomehanika-myshc-tf/lekci-i-po-biomechanike-mysch/biomehanicheskie-svoystva-skeletnyh-myshc-cheloveka/>.

4. Измерение временных интервалов и периода повторения - [Электронный ресурс] Доступно по URL: <http://helpiks.org/2-24696.html>.

СИНТЕЗ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА В ТОПЛИВОИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Евгений Александрович Музилев¹, Николай Анатольевич Малёв²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
^{1,2}maleev@mail.ru

Аннотация: В работе проведено исследование топливоизмерительной системы летательного аппарата с применением емкостного датчика уровня топлива. Приведена Simulink-модель и результаты моделирования исследуемой измерительной системы со следящим приборным электроприводом, угол поворота которого пропорционален суммарному запасу топлива. Показано, что ПИД-регулятор в данной системе не обеспечивает надлежащего качества процесса измерения. Произведен синтез цифрового фильтра, обеспечивающего увеличение запасов устойчивости топливоизмерительной системы при сохранении требуемой точности и быстродействия.

Ключевые слова: топливоизмерительная система, емкостной датчик, следящий электропривод, цифровой фильтр.

SYNTHESIS OF A DIGITAL FILTER IN A FUEL MEASURING SYSTEM

Evgeniy Alexandrovich Muzileev, Nikolay Anatolievich Malev

Annotation: The study carried out of the fuel-measuring system of the aircraft using a capacitive fuel level sensor. A Simulink-model and simulation results of the investigated measuring system with an instrumental tracking electric drive, the angle of rotation of which is proportional to the total fuel stock, are presented. It is shown that the PID controller in this system does not provide the proper quality of the measurement process. A digital filter has been synthesized, which provides an increase in the stability margins of the fuel measuring system while maintaining the required accuracy and rapidity.

Keywords: fuel-measuring system, capacitive sensor, electric servo drive, digital filter.

Масса топлива на борту летательного аппарата (ЛА) составляет большую часть взлетной массы ЛА. В этой связи определение количества и расхода топлива является важной задачей, позволяющей обеспечить качественное функционирование силовых установок летательного аппарата. Широкое распространение на данной технике получили конденсаторные топливомеры, принцип действия которых основан на измерении ёмкости конденсатора, которая зависит от уровня, а значит и от объёма (массы) топлива. Электрическую ёмкость измеряют с помощью измерительного моста переменного тока, в который вместе с

конденсатором-датчиком топливомера входит эталонный конденсатор. При изменении уровня топлива ёмкость датчика изменяется и в диагонали моста появляется напряжение небаланса. Это напряжение усиливается и подаётся на управляющую обмотку исполнительного двигателя, который вращается до сведения рассогласования к нулю. При этом каждому значению ёмкости датчика будет соответствовать определённое положение стрелки указателя, т.е. перемещение стрелки пропорционально уровню топлива.

Информация о запасе топлива, полученная с помощью измерительного моста в виде угла поворота вала исполнительного двигателя α , передается на указатель с помощью потенциометрической следящей системы. Аналогичные указатели служат для измерения запаса топлива во всех баках ЛА. Задача получения информации о суммарном запасе топлива во всех баках решается с применением канала суммирования. *Simulink*-модель исследуемой системы представлена на рис. 1 и состоит из следящего электропривода с внешним контуром положения с ПИД-регулятором координаты α , обеспечивающим требуемую точность измерений [1]. Электропривод реализован в блоке *Servomotor drive*. Информация о суммарном запасе топлива регистрируется прибором *Angle of rotation* в виде угла α . Соответствующая временная характеристика представлена на рис. 2. Из анализа графика видно, что динамический выброс составляет 70 %, что превышает допустимые требования. Произведем синтез цифрового фильтра с формирующими свойствами, который обеспечит увеличение запасов устойчивости за счет подъёма фазочастотной характеристики в зоне частоты среза и снижение динамического выброса. Структурная схема фильтра и результаты моделирования системы представлены на рис. 3, 4 соответственно.

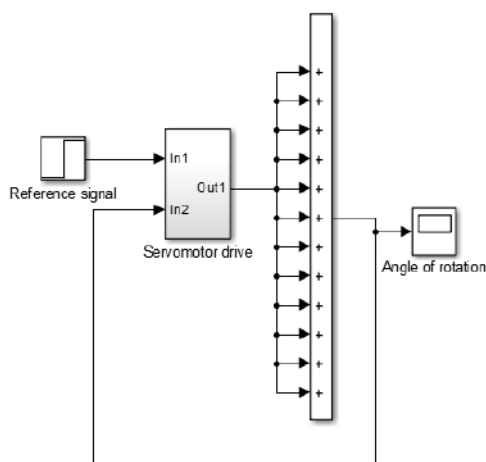


Рис. 1. *Simulink*-модель системы измерения суммарного запаса топлива

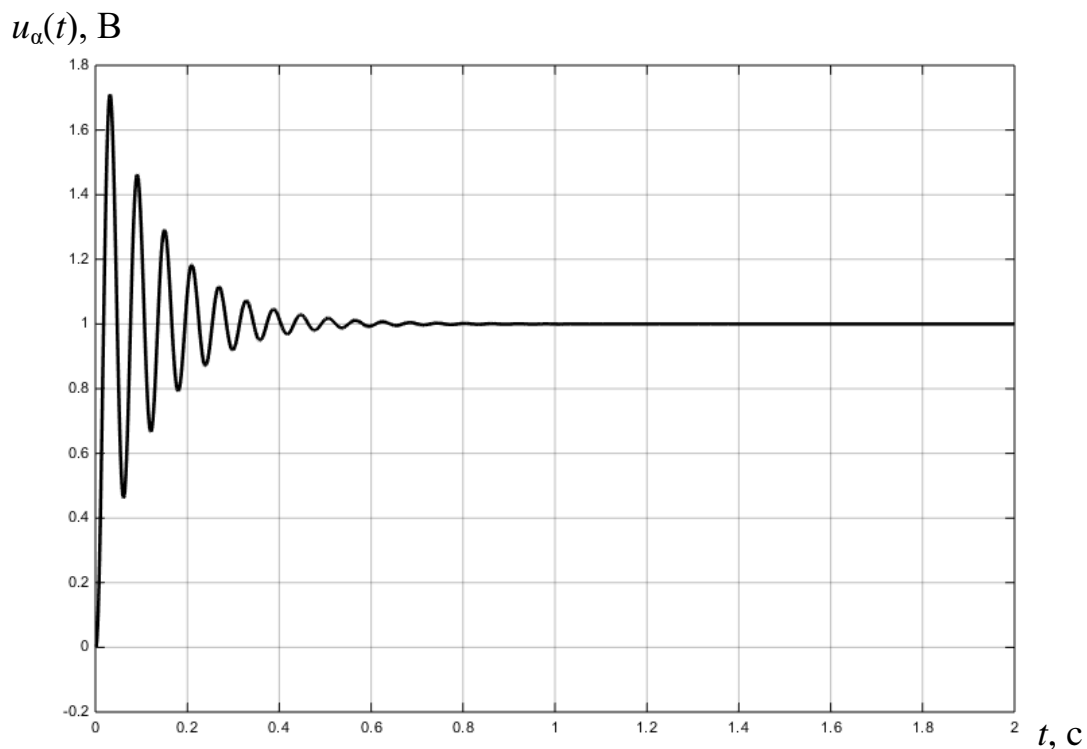


Рис. 2. Переходная характеристика системы измерения суммарного запаса
ТОПЛИВА

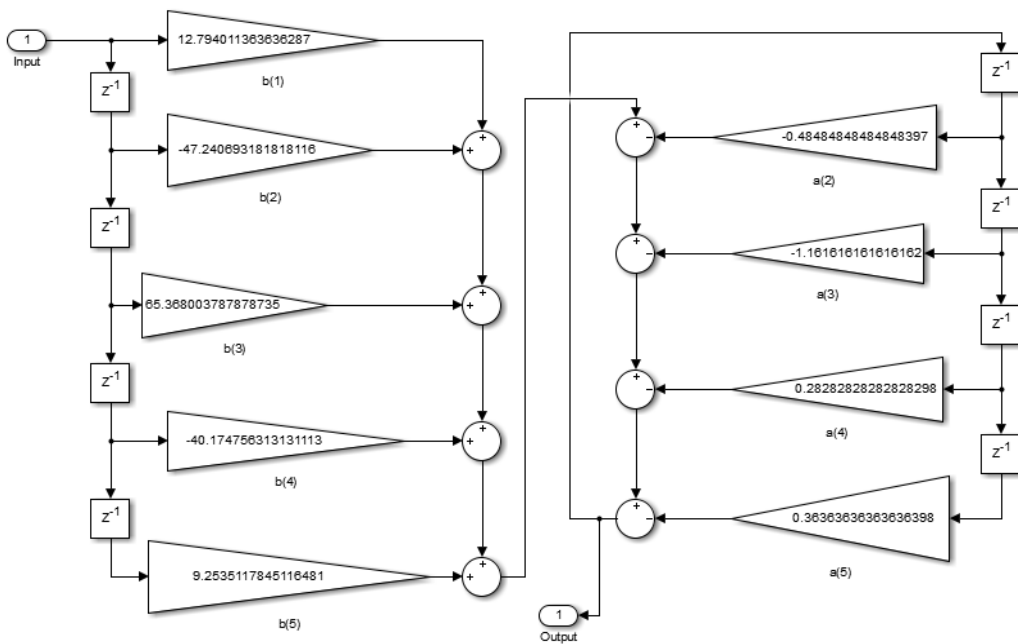


Рис. 3. Структурная схема цифрового фильтра в виде *Direct-Form I*

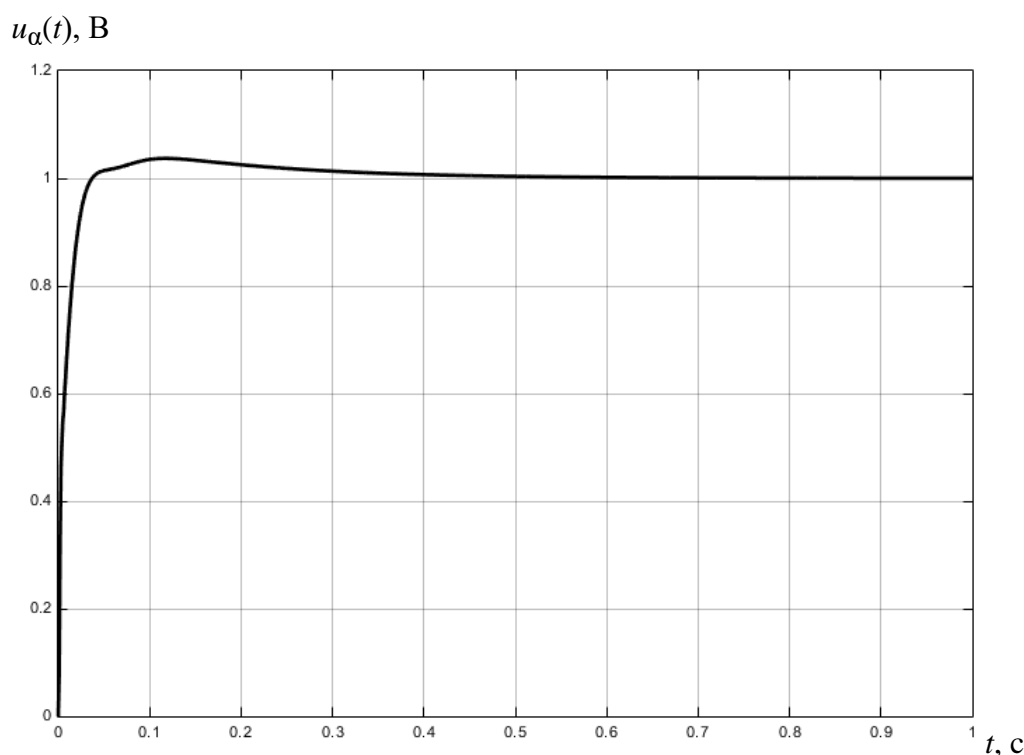


Рис. 4. Переходная характеристика системы по задающему воздействию

Из анализа графика на рис. 4 видно, что перерегулирование составляет около 4 %, и процесс управления с синтезированным цифровым фильтром по сравнению с ПИД-регулятором является менее колебательным. При этом сохраняется прежнее быстродействие и точность в установившемся режиме, что благоприятно сказывается на работе топливоизмерительной системы.

Источники

1. Погодицкий О.В., Малёв Н.А., Ахунов Д.Д., Цветков А.Н. Расчёт и моделирование электроприводов с регуляторами различной конфигурации: Лабораторный практикум. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2014.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ВЫСОТОМЕРА

Гульнара Фаргатовна Салахутдинова¹, Николай Анатольевич Малёв²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ» г. Казань
^{1,2}maleev@mail.ru

Аннотация: В работе приведен обзор погрешностей, вызывающих снижение точности измерения высоты полёта летательного аппарата (ЛА). Показаны принципы построения тарировочных таблиц при эшелонировании ЛА. Представлена структурная схема следящего электропривода барометрического высотомера с обратными связями по выходным координатам и соответствующими корректирующими устройствами.

Ключевые слова: высота полета, давление, высотомер, следящий электропривод, корректирующее устройство.

APPLICATION OF THE METHOD OF SEQUENTIAL CORRECTION TO INCREASE THE ACCURACY OF MEASUREMENTS BY BAROMETRIC ALTIMETER

Gulnara Fargatovna Salakhutdinova, Nikolay Anatolievich Malev

Annotation: The paper provides an overview of the errors that cause a decrease in the accuracy of measuring the flight altitude of the aircraft. The principles of constructing calibration tables for stepping-up of aircraft are shown. The block diagram of the servo drive of a barometric altimeter with feedback on the output coordinates with regulators of these coordinates is presented.

Keywords: flight altitude, pressure, altimeter, servo drive, correcting device.

В настоящей работе рассматриваются особенности применения метода последовательной коррекции для увеличения точности измерений высоты полёта. Инструментальные погрешности барометрических высотомеров и погрешности, вызванные аэродинамическими процессами, могут возникать по следующим причинам [1]:

– вследствие неточностей при изготовлении деталей, а также сборке и регулировке прибора, ненадлежащего качества материалов и процесса изготовления высотомера;

– вследствие эксплуатационных факторов, приводящих к нарушению герметичности корпуса, появлению люфта и повышенного трения;

– вследствие возникновения усталости материала, износа деталей, изменения упругих свойств анероидной коробки;

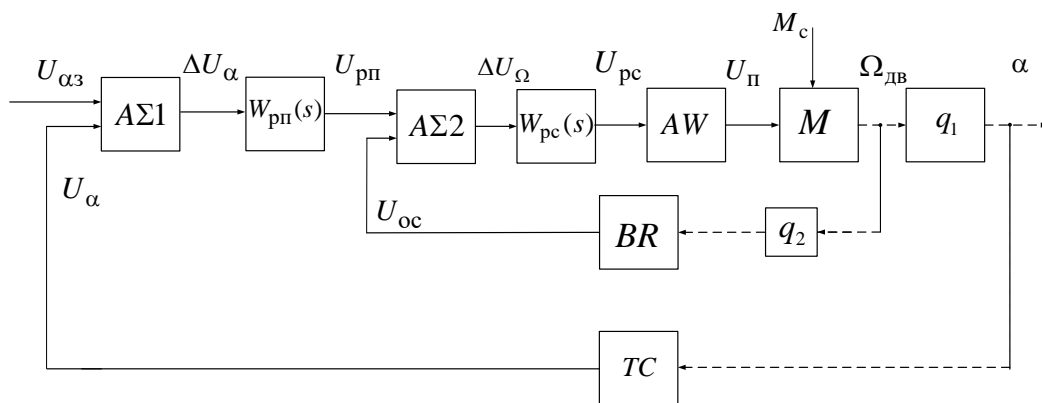
– вследствие искажений, завихрений и уплотнений атмосферного давления воздуха в местах установки приемника воздушного давления (ПВД), что приводит к изменениям статического давления перед приемником; в результате давление, воспринимаемое ПВД будет отличаться от статического (атмосферного), что вызовет погрешности при измерении высоты полета.

Инструментальные погрешности оцениваются при лабораторных испытаниях приборов в процессе подготовки ЛА к навигации или при заявке экипажа в процессе эксплуатации прибора. Аэродинамические погрешности определяются при экспериментальных испытаниях ЛА. Данные погрешности учитываются при формировании тарифовочных таблиц эшелонирования ЛА, которые размещаются в кабине пилота. Тарифовочная таблица является индивидуальной для каждого ЛА, и с её помощью пилот может оценить истинное значение высоты полёта [2].

В работе исследуется следящий приборный электропривод барометрического высотомера с дистанционной передачей информации и последовательной коррекцией, позволяющий скомпенсировать указанные выше погрешности за счет формирования закона управления в соответствии с тарифовочной таблицей ЛА, а также синтеза корректирующих устройств на основе критерия динамической точности. Структурная схема следящего электропривода барометрического высотомера с аналоговыми контурами положения и скорости представлена на рис. 1.

Контур положения состоит из суммирующего усилителя $A\Sigma 1$, регулятора положения $W_{рп}(s)$, редуктора q_1 , датчика положения $ТС$, который образует главную отрицательную обратную связь и замкнутого контура скорости (КС), настроенного на оптимум по модулю (ОМ).

Контур скорости содержит усилитель мощности AW , двигатель M , мультипликатор q_2 , датчик скорости BR , суммирующий усилитель $A\Sigma 2$ и аналоговый регулятор скорости с передаточной функцией $W_{рс}(s)$, который обеспечивает пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) алгоритм работы.



Структурная электрокинематическая схема приборного электропривода барометрического высотомера

На основании информации о заданном значении угла поворота в виде сигнала $U_{\alpha z}$ и информации о фактическом значении U_{α} угла поворота исполнительного вала привода на выходе суммирующего усилителя $A\Sigma 1$ формируется сигнал рассогласования ΔU_{α} , который поступает на вход регулятора положения $W_{pp}(s)$. Управляющий сигнал U_{pp} , сформированный регулятором положения $W_{pp}(s)$, поступает на вход суммирующего усилителя $A\Sigma 2$, входящего в состав контура скорости. На второй вход $A\Sigma 2$ поступает сигнал обратной связи U_{oc} с выхода датчика скорости BR с информацией о текущем значении угловой скорости вращения $\Omega_{дв}$ микродвигателя M . При отклонении $\Omega_{дв}$ от требуемого значения на выходе суммирующего усилителя $A\Sigma 2$ формируется сигнал рассогласования ΔU_{Ω} , который обрабатывается аналоговым регулятором скорости $W_{pc}(s)$ и подается на вход преобразователя AW . Сигнал с выхода преобразователя $U_{п}$ усиливается по мощности, достаточной для приведения в действие двигателя M , который через редуктор q_1 поворачивает исполнительный вал привода до согласованного положения, соответствующего выражению $U_{\alpha z} = U_{\alpha}$.

Источники

1. Боднер В.А. Авиационные приборы: учебник. Москва: Транспортная компания, 2016. 468 с.
2. Федоров СМ., Михайлов О.И., Сухих Н.Н. Бортовые информационно-управляющие системы: учебник для вузов. Москва: Транспорт, 1994. 262 с.

СИНТЕЗ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ

Гульнара Фаргатовна Салахутдинова¹, Николай Анатольевич Малёв²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ» г. Казань
^{1,2}maleev@mail.ru

Аннотация: В работе рассматривается метод синтеза корректирующих устройств на основе критерия динамической точности с применением логарифмических амплитудно-частотных характеристик. Сформулированы основные этапы синтеза корректирующих устройств по заданному показателю колебательности. Показана процедура повышения устойчивости измерительной системы за счет применения дифференцирующего контура первого порядка.

Ключевые слова: корректирующее устройство, динамическая точность, логарифмические частотные характеристики, дифференцирующий контур.

SYNTHESIS OF THE MEASURING SYSTEM'S CORRECTING DEVICE BASED ON CRITERION DYNAMIC ACCURACY

Gulnara Fargatovna Salakhutdinova, Nikolay Anatolievich Malev

Annotation: The paper considers a method for the synthesis of correcting devices based on the criterion of dynamic accuracy using logarithmic amplitude-frequency characteristics. The main stages of the synthesis of correcting devices for a given oscillation index are formulated. A procedure for increasing the stability of the measuring system by using a first-order differentiating circuit is shown.

Keywords: correcting device, dynamic accuracy, logarithmic frequency characteristics, differentiating circuit.

Одним из важнейших требований, предъявляемых к измерительным системам, является обеспечение требуемой точности измерения. Данное требование может быть удовлетворено за счет применения метода синтеза корректирующего устройства на основе критерия динамической точности [1, 2].

Основные этапы синтеза корректирующего устройства заключаются в следующем:

1. Определение передаточной функции неизменяемой части $W_H(s)$ измерительной системы.
2. Определение желаемой передаточной функции $W_{\text{ж}}(s)$, характеризующей поведение скорректированной измерительной системы. Ее определение выполняется на основании требований, предъявляемых на

проектирование измерительной системы. При синтезе корректирующих устройств по показателю колебательности M задача формирования желаемой передаточной функции $W_{\text{ж}}(s)$ сводится к определению связи ее с показателем колебательности и заданными требованиями на проектирование.

3. Определение передаточной функции корректирующего устройства по выражению $W_{\text{ку}}(s) = \frac{W_{\text{ж}}(s)}{W_{\text{н}}(s)}$. По полученной передаточной функции

строится логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ), и путём аппроксимации полученной ЛАЧХ асимптотами определяются вид и параметры упрощенного корректирующего устройства $W_{\text{ку}}(s)$.

4. Проверка выполненного синтеза осуществляется путём моделирования измерительной системы и оценки его результатов с точки зрения удовлетворения требованиям на проектирование.

5. В случае неудовлетворительных результатов моделирования по передаточной функции $W_{\text{ж}}(s)$ строятся желаемые логарифмические частотные характеристики и определяется частота среза $\omega_{\text{жс}}$ [3]. Затем желаемую передаточную функцию следует умножить на выражение

$$W_{\text{дк}}(s) = \frac{T_{\text{дк}}s + 1}{\tau s + 1}, \quad (1)$$

где $W_{\text{дк}}(s)$ – передаточная функция дифференцирующего контура первого порядка, $T_{\text{дк}} = 1/\omega_{\text{жс}}$; $\tau \ll T_{\text{дк}}$ – постоянные времени дифференцирующего контура, и определить передаточную функцию $W'_{\text{ж}}(s) = W_{\text{дк}}(s)W_{\text{ж}}(s)$.

Благодаря наличию в выражении (1) производной от входного воздействия обеспечивается увеличение устойчивости желаемой части подъемом ее фазовой частотной характеристики в зоне частоты среза. Далее вновь выполняются пп. 3 и 4.

Таким образом, данный метод синтеза обеспечивает требуемую точность процесса измерения за счет выбора соответствующей структуры желаемой передаточной функции $W_{\text{ж}}(s)$, а также позволяет уменьшить колебательность переходного процесса благодаря применению дифференцирующего контура, не вызывая при этом увеличения порядка корректирующего устройства.

Источники

1. Погодицкий О.В., Малёв Н.А. Проектирование мехатронных систем. В 2 ч. Ч. 1. Анализ и синтез: учебное пособие. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. 312 с.
2. Малёв Н.А. Расчет и исследование астатического электропривода малой мощности. Казань: Практикум / Казанский государственный энергетический университет, 2011. 127 с.
3. Malev N.A. and Pogoditsky O.V. «Synthesis of the measuring circuit regulator automatic compensator for the measurement of thermal electromotive force», 2016 *13th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE)*, Novosibirsk, 2016, pp. 1-5. Доступен по: <https://doi.org/10.1109/APEIE.2016.7806993>.

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗДАНИЙ НА ТЕМПЕРАТУРУ ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА ПРИ ПРОТЕКАНИИ ТЕПЛОВЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Владимир Александрович Тарасов¹, Владимир Васильевич Афанасьев²,
Владимир Геннадьевич Ковалев³, Валентина Владимировна Тарасова⁴
^{1,2,3} ЧувГУ им. И.Н.Ульянова, г. Чебоксары
⁴ООО «Инженерно-технический центр ГОРИСС», г. Чебоксары
vladimir_tarasov@inbox.ru¹, avvteo@mail.ru², espp21@mail.ru³,
charming_cerl@rambler.ru⁴

Аннотация: Исследовано влияние теплофизических параметров зданий на взаимосвязи температур внутреннего и наружного воздуха при протекании тепловых переходных процессов. Результаты нужны для выбора оптимальных режимов систем централизованного и автономного отопления.

Ключевые слова: математическое моделирование, теплофизические параметры, режимы работы отопления, прогнозное управление отоплением, дежурное отопление.

INFLUENCE OF THERMOPHYSICAL PARAMETERS OF BUILDINGS ON THE TEMPERATURE OF THE INTERNAL AIR DURING THERMAL TRANSIENT PROCESSES

Vladimir Alexandrovich Tarasov, Vladimir Vasilievich Afanasyev,
Vladimir Gennadievich Kovalev, Valentina Vladimirovna Tarasova

Annotation: The influence of thermophysical parameters of buildings on the relationship between the temperatures of indoor and outdoor air during thermal transient processes has been studied. The results are needed to select the optimal modes of centralized and autonomous heating systems.

Keywords: mathematical modeling, thermophysical parameters, heating operation modes, predictive heating control, emergency heating.

Разработка алгоритмов автоматического управления теплоснабжения зданий является весьма актуальной задачей, решение которой позволит обеспечить существенную экономию тепловой энергии. Система отопления практически все время работает в нестационарных режимах, которые протекают при прерывистом, дежурном и прогнозном управлении. На характер протекания тепловых переходных процессов большое влияние оказывают теплофизические параметры ограждающих конструкций. Математическая модель нестационарных тепловых процессов позволяет исследовать тепловые переходные процессы в системах отопления при одновременном изменении мощности системы отопления и температуры наружного воздуха [1]. Дифференциальное уравнение теплового баланса включает в себя температуры внутреннего t_v

и наружного t_n воздуха, постоянную времени T_B , характеризующую запаздывание изменения температуры воздуха при изменении температуры наружного воздуха или подводимой тепловой энергии P , произведение удельной отопительной характеристики здания q и наружного строительного объема здания V .

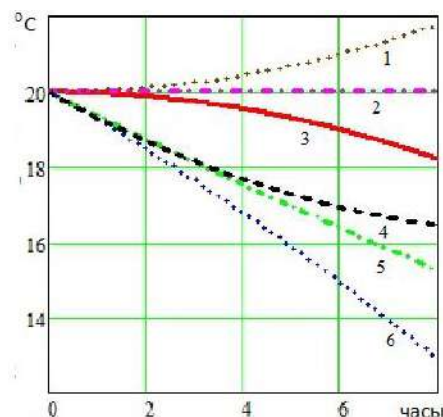
$$T_B \frac{dt_v}{d\tau} + t_v = \frac{P}{qV} + T_n \frac{dt_n}{d\tau} + t_n$$

Постоянная времени T_B зависит от массы и средней удельной теплоемкости ограждений

$$T_B = \frac{cM}{2qV} U,$$

где U – поправочный множитель, учитывающий различие значений тепловых сопротивлений передачи тепла от наружной поверхности стены и от внутреннего воздуха к внутренней поверхности стены [2].

Решение дифференциального уравнения теплового баланса позволило исследовать влияние различных факторов на нестационарные режимы систем отопления. На рис. показаны расчетные зависимости температуры внутреннего воздуха во время похолодания и потепления при работающем и отключенном отоплении. Температура внутреннего воздуха остается постоянной при неизменной температуре наружного воздуха и мощности системы отопления, равной мощности тепловых потерь (кривая 2), при снижении температуры наружного воздуха температура внутреннего воздуха уменьшается (кривая 3), при потеплении возрастает (кривая 1). При отключении отопления температура внутреннего воздуха снижается (кривая 4), причем при снижении температуры наружного воздуха температура в помещении уменьшается быстрее (кривая 6). Если при отключении отопления температура наружного воздуха возрастает, то темп снижения температуры внутреннего воздуха уменьшается (кривая 5).



Зависимость температуры воздуха в помещении от времени

Влияние постоянной времени на время тепловых переходных процессов показано в таблице при средней скорости изменения температуры наружного воздуха $0,3^{\circ}\text{C}$ в час.

Время охлаждения внутреннего воздуха при отключении отопления при различных постоянных времени.

Постоянная времени, часы	30	40	50
Отключено при неизменной температуре наружного воздуха	4 часа	5,3 часа	6,5 часа
Отключено при похолодании	3,3 часа	4,2 часа	4,8 часа
Отключено при потеплении	4,2 часа	6 часа	12 часа

В связи неточными данными по теплофизическим характеристикам строительных материалов расчетное определение T_e , как правило, имеет большую погрешность. Поэтому актуальной задачей является определение постоянной времени в эксперименте с использованием приборов учета потребления тепловой энергии и контроля температуры внутреннего и наружного воздуха.

Выводы

Для повышения энергетической эффективности, не допущения «перетопов» и организации снижения температуры в помещениях в допустимых пределах требуется учитывать переходные тепловые процессы. Математическая модель позволяет рассчитывать энергоэффективные режимы прерывистого, прогнозного и дежурного отопления при изменении наружного температурного режима или условий функционирования здания. Возможно определение теплофизических характеристик зданий с учетом всех влияющих на них факторов с уточнением параметров модели экспериментально.

Источники

1. Tarasov V.A., Tarasova V.V., Afanasyev V.V, Kovalev V.G, Orlov V.N. Mathematical modeling of the forecast and standby heating modes . Power engineering: research, equipment, technology.2019;21(5-6):77-87. doi :10.30724/1998-9903-2019-21-5-6-77-87.
2. Панферов В.И., Анисимова Е.Ю., Нагорная А.Н. К теории математического моделирования теплового режима зданий // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Челябинск. 2006. №14. С.128-133.

МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ДИНАМИЧЕСКОЕ ПОДОБИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ДВИЖЕНИИ

Сергей Александрович Терентьев
КНИТУ-КАИ им. А.Н.Туполева, г. Казань
kuvalda220@mail.ru

Аннотация: В работе приводятся результаты исследования управления технической системой, разработана методика формирования управления для тренажёра.

Ключевые слова: Управление, динамическое подобие, моделирование, техническая система, летательный аппарат (ЛА).

A CONTROL METHOD THAT PROVIDES A DYNAMIC SIMILARITY OF THE TECHNICAL SYSTEM WHEN MOVING

Sergey Alexandrovich Terentyev

Annotation: The paper presents the results of a study of technical system management, and a method for forming control for the simulator is developed.

Keyword: Control, dynamic similarity, modeling, technical system, aircraft (LA).

В настоящее время для повышения эффективности работы сложных технических и технологических систем, а также для уменьшения количества ошибок проводится обучение персонала на тренажёрах, которые максимально приближены по реалистичности к объектам управления. Обучение на тренажёрах также и экономически целесообразно, потому, что могут быть выбраны менее энергопотребляющие устройства.

Для формирования устойчивых навыков по пилотированию вертолётными используются специальные технические средства: обучающие стенды, компьютерные симуляторы и учебные летательные аппараты (ЛА). На таких технических системах происходит изучение и тренировка обучающимися методов пилотирования. Обучение на больших летательных аппаратах приводит к существенным расходам эксплуатационного времени и, как следствие, к большим расходам топлива.

Развитие систем управления и компьютерной техники позволяют решить задачу пилотирования малым (моделирующим) (МЛА) летательным аппаратом, на котором динамическая реакция на управляющие воздействия была бы такой же, как и реакция базового (большого) летательного аппарата (БЛА) при одинаковых отклонениях.

В работе формулируются условия обеспечения динамического подобия летательного аппарата (ЛА). Рассматриваются различные элементы пространственного движения ЛА. Далее проводится компьютерное моделирование управляемого движения базового и моделирующего ЛА в программном комплексе *Matlab* в системе *Simulink*.

Схема для моделирования динамически подобного управления приведена на рис.1. На схеме имеется блок для расчётов движения БЛА и МЛА, блок формирования динамически подобного управления МЛА. В левой части схемы задаются входные сигналы, которые позволяют провести компьютерные расчёты для ступенчатых, импульсных и других типовых сигналов. В правой части схемы выводятся выходные сигналы для МЛА и БЛА, а также разница между этими сигналами.

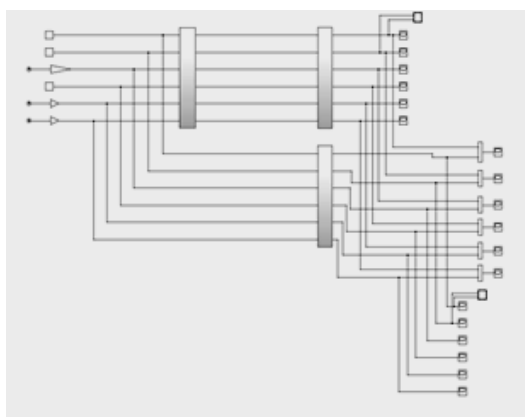


Рис. 1

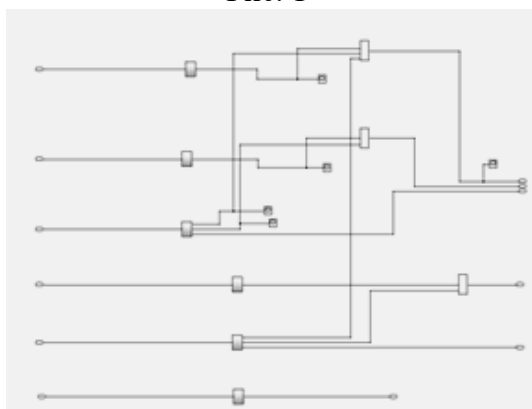


Рис.2.

На рис. 2 приведена схема для формирования динамически подобного управления устройством-тренажёром.

В научной работе приводятся результаты исследования управления ЛА. Для базового и моделирующего ЛА получена математическая модель движения. В работе предложен метод определения управления для обеспечения динамического подобия ЛА. Получены расчётные формулы

для определения корректирующей составляющей управления моделирующим ЛА.

В работе приведены результаты моделирования управляемого движения базового и моделирующего ЛА в программном комплексе *Matlab* в системе *Simulink*. Анализ результатов компьютерного моделирования показывает работоспособность метода определения управления для обеспечения динамического подобия базового ЛА на моделирующем ЛА.

Источники

1. Берестов Л.М. Моделирование динамики вертолета в полете. Машиностроение, Москва. 1978. 158 с.

2. Александров В.В., Садовничий В.А., Чугунов О.Д. Математические задачи динамической имитации полета. Москва. Изд-во Московского университета. 1985. 181 с.

3. Терентьев С.А. Труды XI Международной Четаевской конференции. Т.3. Секция 3. Управление. Ч.III. Казань, 13-17 июня 2017 г. Казань: КНИТУ-КАИ, 2017 г. Т.3. С.107-112.

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ КАК СРЕДСТВО ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ

Ляйля Рамисовна Шайхутдинова¹, Светлана Васильевна Смирнова²

^{1,2}КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева», г. Казань

¹shayhutdinovalyailya@gmail.com, ²svs.smirnova@gmail.com

Аннотация: На сегодня получение электроэнергии экологически чистым путем является актуальной проблемой. Для ее решения предлагается применение гидроэнергетической установки с пьезоэлектрическими датчиками.

Ключевые слова: электроэнергия, пьезоэлектричество, гидроэнергетическая установка, экологическая система, пьезодатчики.

PIEZOELECTRIC SENSORS AS A MEANS OF OBTAINING ECOLOGICALLY CLEAN ENERGY

Lyaila Ramisovna Shaikhutdinova, Svetlana Vasilievna Smirnova

Abstract: Today, generating electricity in an environmentally friendly way is an urgent problem. To solve it, it is proposed to use a hydropower plant with piezoelectric sensors.

Keywords: electricity, piezoelectricity, hydropower plant, ecological system, piezoelectric sensors.

Уже более века гидроэлектростанции вырабатывают электроэнергию по конкурентоспособным ценам. Гидроэнергетика является выгодным в финансовом отношении и надежным источником электроэнергии [1] по следующим причинам: во-первых, из-за высокого уровня эксплуатационной готовности и надежности электроснабжения, во-вторых, из-за постоянного повышения цен на топливо.

Резкие изменения гидрологического режима рек, серьезные изменения устоявшихся экологических систем – все это негативное воздействие строительства гидроэлектростанций (ГЭС) на водные объекты (одна из самых острых экологических проблем современности). Нередко нарушаются естественные условия воспроизводства рыб, т.е. наносится вред водным биоресурсам вследствие сооружения различных гидроэнергетических установок (ГЭУ). Решением данной проблемы являются рациональный выбор места строительства и уменьшение габаритов установок, снижение больших потерь энергии механических приводов, а также увеличение КПД устройств. В ГЭУ, выбранной за прототип, имеет место другой принцип преобразования механической энергии – пьезоэлектрический метод, что дает большие преимущества,

нежели применение «консервативного» турбинного метода. По сравнению с большинством ГЭС установка обладает малыми габаритами.

Гидроэнергетическая установка [2] представляет собой водяной накопительный резервуар с напорным водоводом, в котором преобразователь энергии выполнен в виде гидродинамического излучателя пластинчатого типа, а перед излучателем установлен щелевой направляющий аппарат пластинчатому излучателю, причем установка снабжена несколькими дополнительными последовательными щелевыми направляющими аппаратами с гидродинамическими излучателями пластинчатого типа, расположенными по напорному водоводу. Водяной накопительный резервуар имеет сужающийся канал, являющийся концентратором потока воды, выполненный в виде двух конфузурных отражателей. Попадая на лезвие излучателя, струя жидкости срывается и образует кавитационные вихри, которые пульсируя, движутся вниз по течению водовода, схлопываются и генерируют импульсы давлений. Эти импульсы воздействуют на пьезоэлементы, расставленные вдоль водовода за защитным эластичным покрытием и за счет прямого пьезоэлектрического эффекта снимается электрический потенциал.

На рисунке представлена структурная схема преобразования механической энергии посредством пьезодатчиков (ПД).

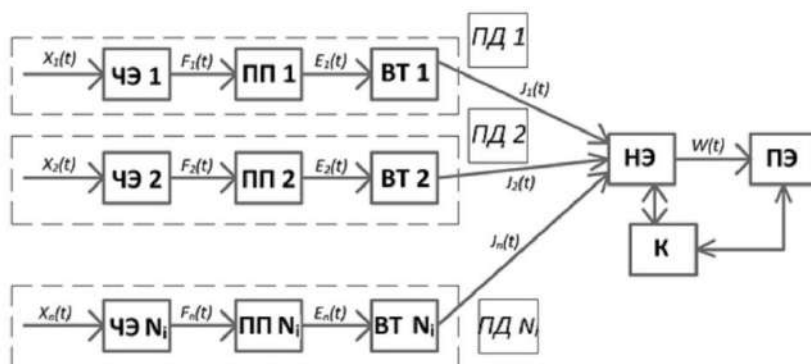


Схема преобразования механической энергии посредством ПД

Выбранная ГЭУ содержит систему пьезоэлектрических датчиков, которые имеют следующие элементы: чувствительный элемент (ЧЭ), пьезоэлектрический преобразователь (ПП) и выпрямитель тока (ВТ). Механическая энергия воды $x_i(t)$, (где $i=1,2,\dots, n$ соответствует № каждого канала преобразования, т.е. № пьезоэлектрического датчика), полученная от гидроэнергетической установки, поступает на чувствительный элемент, который преобразует механические колебания в дискретные силовые воздействия $F_i(t)$. Силовые воздействия $F_i(t)$ поступают непосредственно на пьезоэлектрический преобразователь, вырабатывающий электродвижущую силу $E_i(t)$, которая поступает на выпрямитель тока. ВТ (диод или же

диодный мост) позволяет нам получить желаемый по величине и направлению ток $J_i(t)$.

Нужно иметь в виду, что поток воды оказывает разное влияние на каждый из пьезодатчиков, так как они отличаются расположением на гидроэнергетической установке. Следовательно, величины, преобразуемые разными каналами, имеют различные значения. Но все они поступают на накопитель энергии (НЭ). Обычно НЭ – это некий аккумулятор или батарея, которые накапливают энергию $W_i(t)$, полученную от электрического тока, вырабатываемого пьезодатчиками (ПД) для дальнейшего ее использования. Для стабилизации выходного напряжения ПД на заданном уровне используется обратная связь с контроллером, который обеспечивает согласование импеданса энергии, преобразованной ПД, с выходным импедансом потребителя энергии (ПЭ). Контроллеры (К) заряда зачастую используются для защиты аккумуляторных батарей от глубокого разряда или перезаряда. Посредством обратной связи НЭ и контроллера получаем электроэнергию приемлемую для потребления.

Таким образом, использование предлагаемого устройства позволит увеличить генерируемый электрический ток. Республика Татарстан обладает большим количеством различных водоемов, что позволяет выбрать наиболее выгодное место для реализации проекта. При этом появится возможность реализации сотен кВт энергии за сезон одной или несколькими установками.

Источники

1. Немецкое энергетическое агентство Deutsche Energie Agentur GmbH (dena) Regenerative Energien (Сектор возобновляемых видов энергии), «Зелёная энергетика» – уже сегодня, но с расчётом на завтра» // Доступно по URL: www.renewables-made-in-germany.com

2. Мингазетдинова И.Х., Бурова И.Д., Лисин Р.А., Сагель А.О., Смирнова С.В. Гидроэнергетическая установка // Патент РФ № 183125. 2018. Бюл. №26.

Секция 2. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД В ТЭК И ЖКХ

УДК 621/ББК 31.261.2

МНОГОДВИГАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРДА С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ

Ришат Наильевич Ганиев
ФГБОУ ВО «КГЭУ» г. Казань
n7007@mail.ru

Аннотация: Цель работы заключается в разработке способа повышения энергоэффективности взаимосвязанных электроприводов с рекуперацией энергии. Представленный вариант частотно-регулируемого электропривода позволяет добиться повышения энергоэффективности линии при использовании рекуперированной энергии электроприводов. Для достижения поставленной цели разработан вариант построения электропривода на основе обратимых преобразователей частоты на полностью управляемых (запираемых) ключах для приводов в производстве корда автомобильных шин.

Ключевые слова: многодвигательный электропривод, взаимосвязанные электроприводы с рекуперацией энергии, частотно-регулируемый электропривод, кордная линия, производство автошин, обратимые преобразователи частоты.

MULTI-MOTOR ELECTRIC DRIVE OF THE CORD PRODUCTION LINE WITH ENERGY RECOVERY

Rishat Nailevich Ganiev

Annotation: The purpose of this work is to develop a method for improving the energy efficiency of interconnected electric drives with energy recovery. The presented version of the frequency-controlled electric drive makes it possible to increase the energy efficiency of the line when using the recovered energy of electric drives. To achieve this goal, we have developed an option for constructing an electric drive based on reversible frequency converters with fully controlled (lockable) keys for drives in the production of car tire cords.

Keywords: multi-motor electric drive, interconnected electric drives with energy recovery, frequency-controlled electric drive, cord line, tire production, reversible frequency converters.

Массовое производство прорезиненного корда является наиболее сложной и энергоёмкой технологической операцией в производстве автошин. Оно требует выполнения новых условий работы существующих приводных систем, направленных на повышение производительности линий и увеличения КПД линии. Решением комплексной задачи на действующем производстве является применение многодвигательной

системы частотно-регулируемого электропривода (ЧРП). Разработка экономичной системы ЧРП требует применения общей шиной постоянного тока. Требования МЭК в части стандартов и нормативов электромагнитной совместимости ЧРП с питающей сетью удовлетворяются за счет применения обратимых преобразователей (ОПЧ) на полностью управляемых ключах. Таким образом, системы, отвечающие требованиям современного производства, основаны на принципах энергетического взаимодействия технологических ЧРП с питающей сетью и друг с другом. Исполнение ОПЧ может быть вариантным с применением современной элементной базы (одно или двух-операционных тиристоров, а так же силовых транзисторных ключей) на основе одно или двухзвенных преобразователей частоты. [1,2]

Наибольший интерес представляет вариант частотно-регулируемого привода на основе двухзвенных ОПЧ с автономными инверторами тока АИТ (*а*) и инверторами напряжения АИН (*б*), приведённый на рис. 1. Несмотря на схемные отличия, варианты реализуют одинаковый принцип структурного построения многодвигательного электропривода, заключающийся в питании нескольких ($n \geq 1$) автономных инверторов от общих шин постоянного тока с единственным для всех приводов первичным источником питания этих шин в виде блока выпрямления/инвертирования (В/И). На этапе сравнительного анализа выполнение электроприводов рассматривается как на основе автономного инвертора тока АИТ так и на основе автономного инвертора напряжения АИН. Выбор варианта определяется из конкретных требований механизма и способа регулирования асинхронного двигателя (АД). В свою очередь, исполнение блока В/И так же может быть различным, в зависимости от выбранной элементной базы и количества вентиляльных комплектов в составе ОПЧ. Выполнение двухзвенного преобразователя частоты на основе АИТ допускает однокомплектное исполнение блока В(И), в схемах на основе АИН этот блок должен быть двухкомплектным.

Решение задачи совместимости с питающей сетью. На сегодняшний день эксплуатация электроприводов кордных линий сопряжена с проблемой компенсации значительного объёма реактивной мощности, а так же мощности генерируемых в сеть высших гармоник тока. Помимо этого, существует необходимость повышения энергоэффективности электроприводов из-за взаимного влияния при работе на распределенную механическую нагрузку.

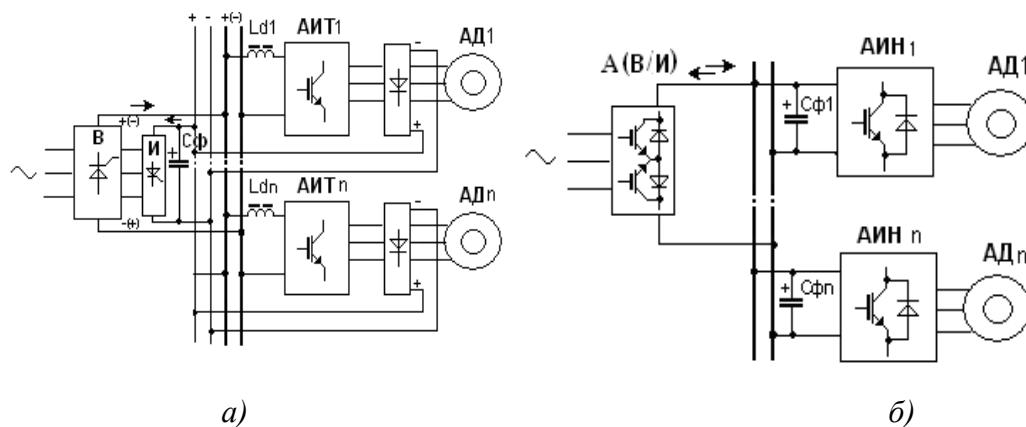


Рис. 1. Варианты исполнения многодвигательного привода схема с общим выпрямителем (В) и инвертором (И) и общим конденсатором фильтра (C_{ϕ}): а) с применением АИТ, б) с применением АИН

Решением может послужить применение обратимых преобразователей частоты (ОПЧ). ОПЧ помогают избежать холостого расхода электроэнергии на всех этапах технологического цикла, в том числе на интервалах рекуперативного торможения электроприводов. В схеме ЧРПС обратимым преобразователем процесс рекуперации сопровождается превращением кинетической энергии тканевых рулонов корда в электрическую энергию, которая может быть использована для подпитки других инверторов в составе кордной линии или возвращена в питающую сеть, как показано в [4]. Таким образом, предлагается разработка варианта электропривода линии с возможностью рекуперации в общую сеть питания энергии торможения приводов, обладающего функциями защиты и взаимного согласования друг с другом и с питающей сетью. Данное решение подтверждено патентом полезной модели [5].

Практический вариант разработанной схемы электропривода кордной линии представлен на рис. 1. Напряжение подается на блок выпрямления/инвертирования 8 через предохранители 1, разъединитель 2, основной контактор 3 и автотрансформатор 6. Входной фильтр 4 и коммутационный дроссель 5 служат для уменьшения высших гармоник потребляемого тока и защиты от аварийных токов короткого замыкания. В режиме разгона и в установившемся режиме работы, через выпрямитель 9 подается выпрямленное напряжение к автономным инверторам 12-19 через шины постоянного тока 11. Автономные инверторы 12-19 задают частоту вращения электродвигателям 20-27. В случае, перехода в генераторный режим работы, энергия рекуперации будет направляться в шины постоянного тока 11, откуда будет использоваться для питания электродвигателей, уменьшая потребляемую энергию из сети. В режиме

торможения поточной линии все электроприводы переходят в генераторный режим. В этом случае, энергия рекуперации по шине постоянного тока 11 поступает в блок инвертирования 10, далее в питающую сеть. Синхронизация приводов производится программируемым логическим контроллером 28. Моделирование разработанной системы в программе *Matlab* показало эффективность применения указанных разработок в виде снижения сетевого энергопотребления установки на 19% [1].

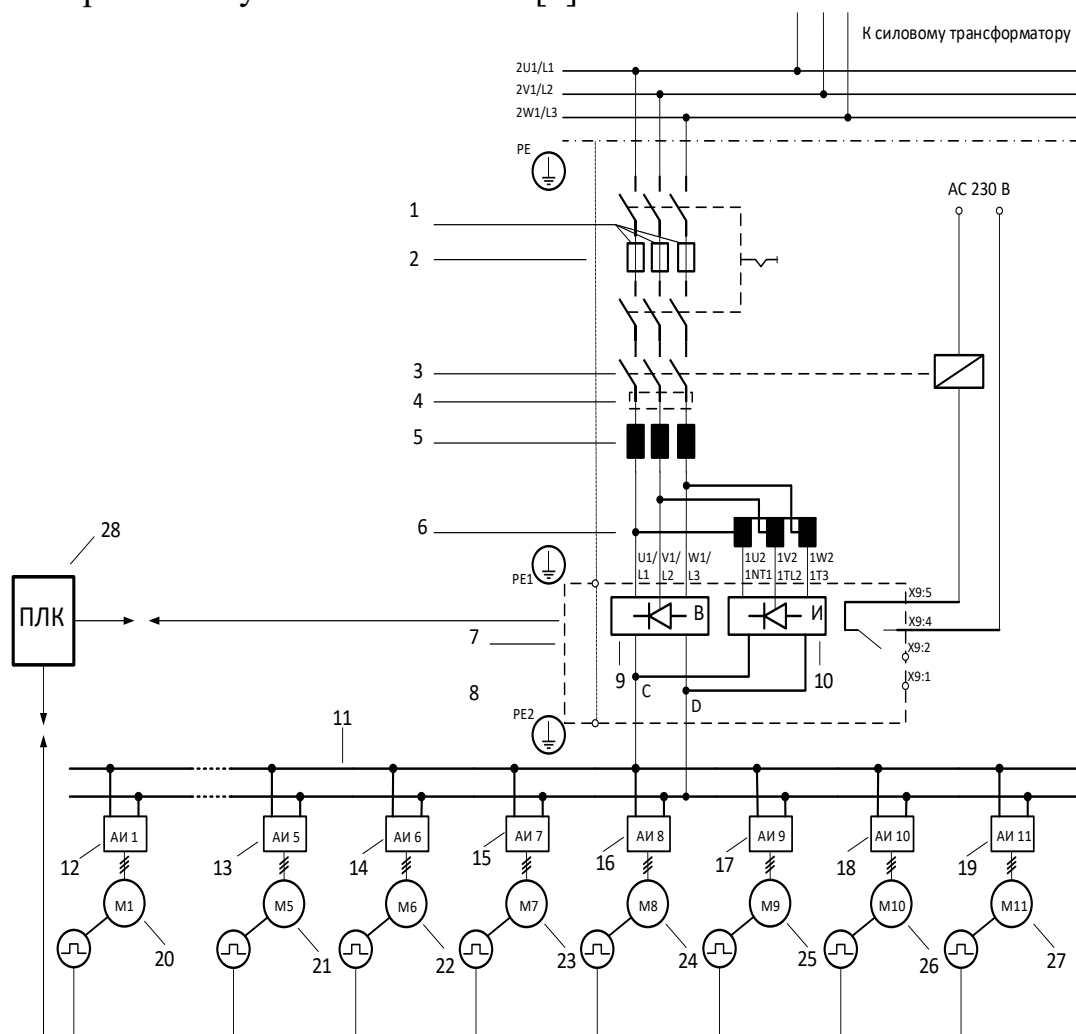


Рис. 2. Вариант практической реализации многодвигательного ЧРП кордной линии

Источники

1. Ганиев Р.Н., Шатунов С.Н. Частотно-регулируемый электропривод с рекуперацией в составе кордной линии производства грузовых автошин // Вестник Чувашского ун-та. 2018. №3. С.44-52.
2. Ганиев Р.Н. Электропривод кордной линии с рекуперацией энергии // Сборник памяти В. И, Андреева. Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет. 2018. С.116-127.

3. Сидоров, С.Н., Ганиев Р.Н. Система частотно-токового управления электроприводом на базе запираемых вентилях // Приводная техника. 2011. №1. С.14-19.

4. Ганиев Р.Н. Частотно-регулируемый электропривод на базе ПЧ Mitsubishi 700-й серии: учебное пособие. Казань: РИЦ «Школа». 2019. 59 с.

5. Ганиев Р.Н., Шатунов С.Н. Система управления многодвигательными электроприводами производственных поточных линий: пат. РФ №199635(52)СПКН02Р5/74(2019.08);Н02М7/493(2019.08)/; заявитель патентообладатель С.Н. Шатунов. №2019119197; заявл. 18.06.2019,опубл.11.09.2020. Бюл. №26.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО СЕКТОРА

Елена Ивановна Грачева¹, Олег Витальевич Наумов²,
Алексей Николаевич Горлов³

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

³Юго-Западный государственный университет, г. Курск

¹grachieva.i@bk.ru, ²311670@list.ru, ³alexjulia@yandex.ru

Аннотация: В статье используется теория прогнозирования для формирования моделей, позволяющих вычислять сопротивление контактных соединений низковольтных коммутационных аппаратов жилищно-коммунальной отрасли. Хотя электрические аппараты и не выполняют непосредственно рабочих функций агрегатов, но, тем не менее, являются чрезвычайно важными и неотъемлемыми частями данного устройства, от которых в большой степени зависит правильная, точная и надежная работа исполнительской части устройства.

Ключевые слова: электрические сети, низкое напряжение, потери электроэнергии, анализ, работоспособность.

FORECASTING TECHNICAL STATE AND EFFICIENCY OF FUNCTIONING OF ELECTRIC SWITCHING DEVICES OF ELECTRICAL COMPLEXES FOR SUPPLYING CONSUMERS OF THE HOUSING AND UTILITY SECTOR

Elena Ivanovna. Gracheva, Oleg Vitalevich. Naumov, Alexsei Nikolaevich Gorlov

Annotation: The article uses prediction theory to form models that allow calculating the resistance of contact connections of low-voltage switching devices in the housing and communal industry. Although electrical devices do not directly perform the operating functions of the units, they are nevertheless extremely important and integral parts of this device, on which the correct, accurate and reliable operation of the executive part of the device depends to a large extent.

Key words: electrical networks, low voltage, power losses, analysis, performance.

В процессе эксплуатации контактные соединения низковольтных коммутационных аппаратов подвергаются механическим и химическим воздействиям, что ведет к увеличению их переходного сопротивлению и, как следствие, под действие тока нагрузки к перегреву и впоследствии – к разрушению. Скорость развития дефектов зависит от конструкции контактного соединения, его расположения и интенсивности внешних воздействий. Промежуток времени между возникновением дефекта и

аварийным выходом контактной группы из строя составляет от нескольких месяцев до нескольких лет.

Основной контроль за контакторами – это измерение переходного сопротивления постоянному току. Сопротивление контактов измеряют микроомметром типа М-246. Методом амперметра-вольтметра сопротивление измеряется косвенно. Широко распространен метод одинарного моста (мост Уинстона) или двойного моста (моста Томпсона) [1].

Тепловая энергия, выделяющаяся при протекании тока через переходное сопротивление контакта, в виде теплового излучения передается окружающей среде, на сопряженные токоведущие части и изолирующие устройства. Температура контактных соединений зависит от многих факторов, в том числе от площади их поверхностей, коэффициентов теплопередачи сопряженных токоведущих частей, параметров окружающей среды (температуры) [2]. В [3] в качестве основного критерия исправности контактных соединений коммутационных аппаратов принята предельная температура их нагрева (превышение температуры нагрева над температурой окружающей среды) при номинальном токе $I_{\text{ном}}$, а в [4] – предельное значение сопротивления фазы (полюса) аппарата и его частей. Эти два критерия исправности коммутационного аппарата равнозначны, так как нагрев контактных соединений происходит до указанных в [3] температур за счет протекания тока нагрузки $I_{\text{нагр}} = I_{\text{ном}}$ и выделения в сопротивлении аппарата энергии, мощность источника которого пропорциональна сопротивлению токоведущей системы.

По значения тока нагрузки $I_{\text{нагр}}$ и номинального тока коммутационного аппарата $I_{\text{ном}}$ вычисляется расчетное превышение температуры:

$$t_{\text{норм}} = t_{\text{ном}} \left(\frac{I_1}{I_{\text{ном}}} \right)^2, \quad (1)$$

где $t_{\text{норм}}$ – нормируемое значение превышения температуры нагрева для контролируемого объекта (контактного соединения).

Расчетное значение сопротивления контактов коммутационных аппаратов при нормальной температуре пересчета вычисляем по выражению:

$$R_{\text{норм}} = R_{\text{м}} \frac{K + t_{\text{ном}}}{K + t_{\text{м}}}, \quad (2)$$

где $R_{\text{м}}$ – измеренное значение сопротивления при температуре $t_{\text{м}}$, Ом; K – коэффициент для меди, равный 235; $t_{\text{ном}}$ – номинальная температура, равная 40 °С [3]; $t_{\text{м}}$ – температура окружающей среды, °С.

Электрическое сопротивление контактов определяется по выражению:

$$R = R_{\text{ном}} + \alpha t_{\text{ном}} k_3^2, \quad (3)$$

где α – температурный коэффициент, зависящий от материала проводника; k_3 – коэффициент загрузки коммутационного аппарата; $R_{\text{ном}}$ – номинальное сопротивление контактных групп коммутационного аппарата [4].

Прогнозированию развития случайного процесса, отражающего функционирование какой-либо сложной системы, должна предшествовать статистическая обработка результатов эксперимента с целью построения поля корреляции. Следующим этапом является аппроксимация предельной эмпирической кривой регрессии. Простейшей формой аппроксимации этой кривой будет линейная регрессия:

$$\gamma = \alpha + \beta x. \quad (4)$$

Используя принцип наименьших квадратов, легко составить нормальное уравнение линейной регрессии [2]:

$$\begin{cases} \sum y_i - \sum (\alpha + \beta x_i) = 0 & m\alpha + \beta \sum x_i = \sum y_i \\ \sum y_i x_i - \sum (\alpha + \beta x_i) x_i = 0 \end{cases}, \quad \begin{cases} m\alpha + \beta \sum x_i = \sum y_i \\ \alpha \sum x_i + \beta \sum x_i^2 = \sum y_i x_i \end{cases}. \quad (5)$$

Величина β – коэффициент регрессии, α – свободный член регрессии:

$$\beta = \frac{m \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{m \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}, \quad \alpha = \frac{\sum y_i - \beta \sum x_i}{m}.$$

Полученные выражения полностью определяют линейную регрессию по заданной выборке.

Равенство (5) для свободного члена регрессии можно переписать в виде

$$\alpha = \frac{1}{m} \sum y_i - \beta \frac{1}{m} \sum x_i = \bar{y} - \beta \bar{x}, \quad \text{откуда } \bar{y} = \alpha + \beta \bar{x}.$$

Получим, что средняя точка (\bar{x}, \bar{y}) совместного распределения изучаемых величин всегда лежит на линии регрессии. Для определения линии регрессии достаточно знать лишь ее угловой коэффициент β .

Тот факт, что исследуемая зависимость предполагается линейной, позволяет использовать для оценки силы связи выборочный коэффициент корреляции r :

$$r = \beta \sqrt{\frac{m \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{m \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}. \quad (6)$$

Работоспособность коммутационного аппарата (объекта диагностирования) определяется сопротивлением его контактов R_c . Описать характер изменения параметра R_c можно с помощью выражения

$$R_c = R_{\text{ном}} - kT, \quad (7)$$

где $k = \frac{(R_{\text{ном}} - R_p)}{T}$; T – время эксплуатации, лет; $R_p = 5R_{\text{ном}}$ – допустимое сопротивление контакта [5].

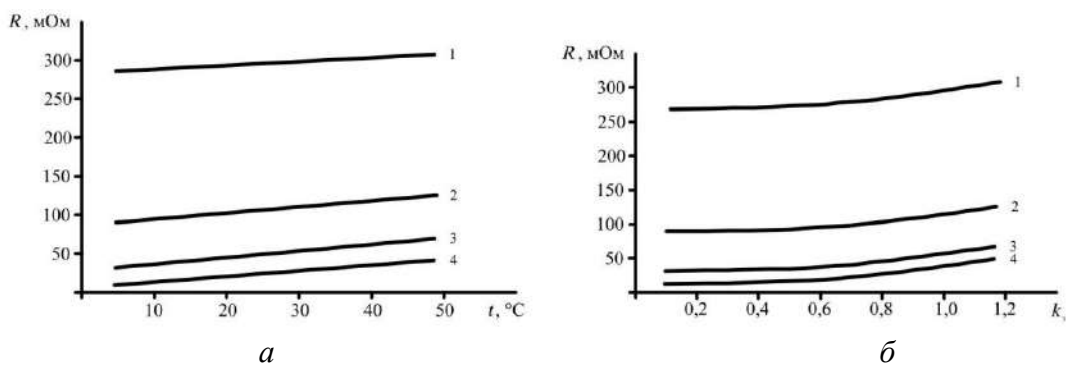


Рис. 1. *а* – зависимость сопротивления контактного соединения магнитных пускателей от температуры окружающей среды; *б* – сопротивления контактного соединения магнитных пускателей от коэффициента загрузки:

$$1 - R_{\text{НОМ}} = 275 \text{ мОм}; 2 - R_{\text{НОМ}} = 82,5 \text{ мОм}; 3 - R_{\text{НОМ}} = 33 \text{ мОм}; 4 - R_{\text{НОМ}} = 13,1 \text{ мОм}$$

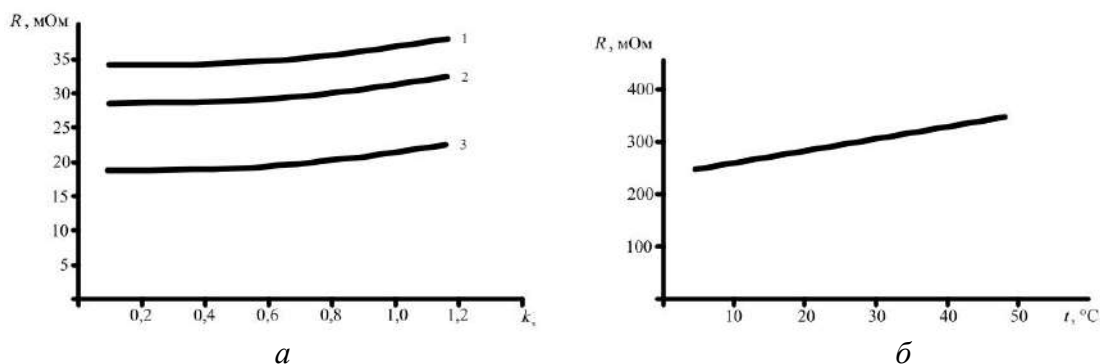


Рис. 2. *а* – зависимость сопротивления контактного соединения автоматического выключателя от температуры окружающей среды; *б* – сопротивления контактного соединения автоматических выключателей от срока эксплуатации:

$$1 - R_{\text{НОМ}} = 37,4 \text{ мОм}; 2 - R_{\text{НОМ}} = 27,9 \text{ мОм}; 3 - R_{\text{НОМ}} = 17,45 \text{ мОм}$$

В процессе аналитического прогнозирования изменения сопротивления контактных групп низковольтных коммутационных аппаратов (магнитных пускателей и автоматических выключателей) при различных условиях эксплуатации получены математические модели, входные величины которых уточняются с помощью регрессионного анализа. Изменение сопротивления контактных соединений низковольтных аппаратов является одной из характеристик их технического состояния и позволяет оценить эффективность функционирования оборудования жилищно-коммунальной отрасли.

Публикация выполнена при финансовой поддержке государственного задания Министерства высшего образования и науки Российской Федерации, проект № 0851-2020-0032 «Исследование алгоритмов, моделей и методов повышения эффективности сложных технических систем».

Источники

1. Калявин В.П., Рыбаков Л.М. Надежность и диагностика электроустановок: учебное пособие. Йошкар-Ола: Марийский государственный университет. 2000. 348 с.
2. Грачева Е.И. Прогнозирование изменения сопротивления контактных соединений низковольтных коммутационных аппаратов различными методами// Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2008. №7/8. С. 44-52.
3. ГОСТ 2933-83. Аппараты электрические низковольтные. Методы испытаний. М.: Изд.стандартов. 2002. 25 с.
4. Объемы и нормы испытаний электрооборудования. М.: Энергия, 2002. 224 с.
5. Шевченко В.В., Грачева Е.И. Определение сопротивлений контактных соединений низковольтных коммутационных аппаратов // Промышленная энергетика. 2002. №2. С. 42-43.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСНОГО АГРЕГАТА В СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Татьяна Николаевна Львова¹, Рустам Ринатович Галеев²,
Борис Васильевич Кузнецов³
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
³ФГБОУ ВО КНИТУ, г. Казань
¹tn.lvova@yandex.ru, ²grr91.str@mail.ru, ³kuznetsov_b@rambler.ru

Аннотация: Предложена и реализована модернизация электропривода насосного агрегата в системе холодного водоснабжения. Это позволило увеличить долговечность и повысить надежность электропривода насосной установки, сократить эксплуатационные расходы, обеспечила существенное энерго- и ресурсосбережение.

Ключевые слова: модернизация электропривода, насосный агрегат, регулируемый электропривод, плавный пуск, преобразователь частоты, технологический процесс, энерго- и ресурсосбережение.

MODERNIZATION OF THE ELECTRIC DRIVE OF THE PUMP UNIT IN THE WATER SUPPLY SYSTEM

Tatiana Nikolaevna Lvova, Rustam Rinatovich Galeev, Boris Vasilyevich Kuznetsov

Annotation: Modernization of the electric drive of the pump unit in the cold water supply system is proposed and realised. This made it possible to increase the durability and increase the reliability of the electric drive of the pump unit, reduce operating costs, provide substantial energy and resource savings.

Key words: modernization of electric drive, pump unit, adjustable electric drive, smooth start-up, frequency converter, technological process, power and resource saving.

На сегодняшний день большинство электроприводов составляют нерегулируемые приводы с асинхронными двигателями. Их применяют в водо- и теплоснабжении, системах вентиляции и кондиционирования воздуха, компрессорных установках и др. Вместе с тем, доля регулируемого привода в общем числе электроприводов неуклонно возрастает.

К важным показателям, определяющим характеристики устройств управления регулируемого электропривода, относятся плавность регулирования режима работы рабочего механизма, во многом зависящая от плавности регулирования приводного электродвигателя, и быстродействие. Плавная регулировка скорости вращения в перечисленных выше установках позволяет, отказаться от использования регулирующей аппаратуры. Это значительно упрощает механическую систему, повышает ее надежность и снижает эксплуатационные расходы.

Насосные станции представляют собой сложный электрогидравлический технический комплекс сооружений и оборудования, в котором осуществляется преобразование электрической энергии в механическую энергию потока жидкости. Основным назначением насосных станций является обеспечение требуемого графика подачи жидкости для нормальных и аварийных условий. Основными параметрами, характеризующими режим работы насосной установки, являются напор (давление) и подача.

Применение регулируемого электропривода позволяет получить экономию энергии до 80%. Это происходит путем устранения непроизводительных затрат в заслонках, дросселях и других регулирующих устройствах.

Основными критериями выбора регулируемого электропривода конкретной установки является обеспечение оптимальных технологических процессов и энергоэффективность принятых технических решений. На выбор системы регулируемого электропривода влияют различные факторы: тип установленных насосов и электродвигателей, число насосных агрегатов и их мощность, условия эксплуатации, соотношение стоимости оборудования и электроэнергии. Различен подход к выбору регулируемого электропривода для действующих, реконструируемых, вновь проектируемых объектов, в состав которых входят насосные агрегаты. Вследствие этого не существует какого-либо одного вида регулируемого электропривода, который должен применяться во всех насосных установках при любых условиях эксплуатации.

Поэтому внедрение системы регулируемого электропривода является на сегодняшний день очень актуальной задачей.

При установке регулируемых и нерегулируемых насосных агрегатов, работающих параллельно, система управления должна предусматривать не только изменение частоты вращения регулируемых насосов, но и изменение числа работающих нерегулируемых агрегатов. При этом включение или отключение нерегулируемых агрегатов должно осуществляться заблаговременно, до того, как подача регулируемого насоса уменьшится до величины, соответствующей вхождению в нерабочую зону. Поэтому в данной работе прежде всего проведен анализ технологического процесса насосной установки. Проведено исследование традиционных методов включения насосных установок в сеть, а также определены их недостатки, к которым можно отнести толчки и гидравлические удары, возникающие при включении-выключении

насосной установки, а также большие пусковые токи и механические перегрузки.

На основании выполненных расчетов предложен наиболее приемлемый вариант модернизации насосного агрегата водопроводной насосной станции – частотно-регулируемый электропривод. Выбран асинхронный двигатель АИР132М2. Для регулирования частоты вращения произведен расчет и выбран преобразователь частоты *Schneider Electric ATV71PD11N4Z*, имеющий встроенные систему плавного пуска, фильтр помех, систему для несбалансированных нагрузок. Кроме того, выбранный преобразователь частоты позволяет осуществлять бессенсорное векторное управление (SFVC). Преимущество бессенсорной векторной технологии заключается в регулировании потока двигателя в соответствии с величиной, равной номинальному потоку двигателя. Это позволяет осуществлять динамическую регулировку вращающего момента асинхронного трехфазного двигателя.

Проведен анализ функционирования разработанных схем: электрической (принципиальной), функциональной и структурной.

Предложенная модернизация была реализована в системе холодного водоснабжения. Она позволила повысить надежность электропривода насосной установки, увеличить срок службы оборудования и сократить эксплуатационные расходы. Проведенная модернизация насосного агрегата позволила значительно расширить возможности регулирования, что привело к существенному энерго- и ресурсосбережению.

Источники

1. ГОСТ ISO 9906-2015 Насосы динамические. Гидравлические испытания. Классы точности 1, 2 и 3. Группа Г82.

2. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции. М.: Стройиздат, 1986.

3. Фащиленко В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий: Учебное пособие. М.: Издательство «Горная книга», 2011. 260. с.: ил.

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С МИНИМАЛЬНЫМ ИНФОРМАЦИОННЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ

Николай Анатольевич Малёв¹, Александр Николаевич Проказов²

¹ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

²ТОО «Жаикмунай», г. Уральск

^{1,2}maleev@mail.ru

Аннотация: В работе исследуется электропривод с двигателем постоянного тока, работающий на основе программного управления либо в режиме слежения. Алгоритм управления электропривода основан на минимизации функционала квадрата рассогласования скоростей вращения объекта исследования и эталонной модели. Показано, что для реализации данного алгоритма не требуется применения датчиков ускорения и дополнительных дифференцирующих звеньев.

Ключевые слова: электропривод, алгоритм управления, рассогласование, эталонная модель, экстремум.

ELECTRIC DRIVE CONTROL ALGORITHM WITH MINIMUM INFORMATION SUPPORT

Nikolay Anatolievich Malev, Alexander Nikolaevich Prokazov

Annotation: The paper investigates an electric drive with a DC motor operating on the basis of program control or in tracking mode. The control algorithm of the electric drive is based on minimizing the functional of the squared mismatch of the rotation speeds of the research object and the reference model. It is shown that the implementation of this algorithm does not require the use of acceleration sensors and additional differentiating links.

Keywords: electric drive, control algorithm, mismatch, reference model, extremum.

В работе исследуется электропривод с двигателем постоянного тока независимого возбуждения, динамика которого описывается уравнением

$$\ddot{\Omega} + a_1\dot{\Omega} + a_0\Omega = b_0u,$$

где $a_0 = 1/T_эT_M$; $a_1 = 1/T_э$; $b_0 = 1/K_eT_эT_M$; $T_э$ – электромагнитная постоянная времени; T_M – электромеханическая постоянная времени; K_e – коэффициент противо-ЭДС; Ω – угловая скорость вращения двигателя; u – управляющее воздействие.

Закон изменения угловой скорости задан функцией времени $\Omega_{вх}(t)$. Требуется синтезировать такой алгоритм управления, при котором в установившемся режиме рассогласование $\Delta\Omega = \Omega_{вх} - \Omega$ не превышало бы допустимого значения, т.е. искомый алгоритм должен обеспечивать

слежение за $\Omega_{\text{вх}}(t)$ с точностью до ε . Эталонная модель описывается выражением:

$$\ddot{\Omega}^* + \alpha_2 \ddot{\Omega}^* + \alpha_1 \dot{\Omega}^* + \alpha_0 \Omega^* = \beta_1 \dot{\Omega}_{\text{вх}} + \beta_0 \Omega_{\text{вх}}$$

Степень приближения процессов в исследуемой системе к эталонной модели будем характеризовать функционалом $G(u) = \frac{1}{2} \left[\ddot{\Omega}^*(t) - \ddot{\Omega}(t, u) \right]^2$.

Движение к экстремуму-минимуму организуется в соответствии с дифференциальным законом управления второго порядка

$$\frac{d^2 u}{dt^2} + h \frac{du}{dt} = \lambda \frac{dG(u)}{du} = k (\ddot{\Omega}^* - \ddot{\Omega}), \quad h, \lambda = \text{const}, \quad k = \lambda b_0. \quad (1)$$

Понижая порядок в выражении (1), получим $\frac{du}{dt} + hu = k (\dot{\Omega}^* - \dot{\Omega})$.

Интегрируя обе части последнего выражения при нулевых начальных условиях, найдем управление $u = k \left(\dot{\Omega}^* - \dot{\Omega} \right) - h \int_0^t u dt$. Требуемое

значение угловой скорости Ω^* вычисляется по формулам

$$\Omega^*(t) = \int_0^t (f_1 - \alpha_2 \Omega) dt; \quad f_1(t) = \int_0^t (\alpha_0 f_0 + \beta_1 \Omega_{\text{вх}} - \alpha_1 \Omega) dt;$$

$$f_0(t) = \int_0^t (\Omega_{\text{вх}} - \Omega) dt.$$

Для вычисления управляющего воздействия u не требуется информации об угловом ускорении и применения соответствующих измерительных преобразователей, поэтому можно говорить об алгоритме управления с минимальным информационным обеспечением.

Источники

1. Погодицкий О.В., Малёв Н.А. Проектирование мехатронных систем. В 2 ч. Ч. 1. Анализ и синтез: учебное пособие. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. 312 с.

2. Антонов В.Н, Терехов В.А., Тюкин И.Ю. Адаптивное управление в технических системах: Учебное пособие. СПб.: Издательство С.Петербургского университета, 2001. 244 с.

3. Маямсина Д.Г., Малёв Н.А. Адаптивная система управления с беспойсковым алгоритмом вычисления градиента целевого функционала / Материалы докладов IX Международной молодёжной научной конференции «Гинчуринские чтения» / Под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. В 4 т. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2014. Т. 3. С. 88.

СИНТЕЗ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ, ОПТИМАЛЬНОГО ПО РАСХОДУ ЭНЕРГИИ

Николай Анатольевич Малёв¹, Александр Николаевич Проказов²,
Олег Владиславович Погодицкий¹, Валерия Олеговна Козелкова¹

¹ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

²ТОО «Жаикмунай», г. Уральск

^{1,2}maleev@mail.ru

Аннотация: В работе исследуется электропривод, описываемый уравнением второго порядка с обратной связью по выходной регулируемой координате. Алгоритм управления исследуемого электропривода должен обеспечить переход системы в заданную точку фазовой плоскости при минимальных энергетических затратах на реализацию данной процедуры. В процессе экспериментально-аналитического исследования данного алгоритма управления необходимо определить весовой коэффициент времени перехода, характеризующий быстродействие электропривода.

Ключевые слова: электропривод, алгоритм управления, фазовые траектории, оптимальные системы управления, функционал.

SYNTHESIS OF THE CONTROL ALGORITHM WITH OPTIMAL ENERGY CONSUMPTION

Nikolay Anatolievich Malev, Alexander Nikolaevich Prokazov,
Oleg Vladislavovich Pogoditsky, Valeriya Olegovna Kozelkova

Annotation: The paper investigates an electric drive described by a second-order equation with feedback along the output controlled coordinate. The control algorithm of the investigated electric drive must ensure the transition of the system to a given point of the phase plane with minimum energy costs for the implementation of this procedure. In the process of experimental-analytical research of this control algorithm, it is necessary to determine the weighting coefficient of the transition time, which characterizes the quickness of the electric drive.

Keywords: electric drive, control algorithm, phase trajectories, optimal control systems, functional.

Задача синтеза системы управления, оптимальной по расходу энергии, является актуальной и важной с точки зрения инженерной практики, в особенности при проектировании систем автоматического управления движущимися объектами, которые имеют ограниченный запас энергии для осуществления управления. При решении данной задачи время перехода системы из одного состояния в другое может быть не задано, ограничено сверху или фиксировано.

Пусть объект управления описывается системой дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = x_2(t); \\ \dot{x}_2(t) = u(t); \\ |u(t)| \leq \hat{u}. \end{cases}$$

Необходимо найти такое управление $u_{p1}^0(x_1, x_2)$, которое переводило бы объект управления из любого начального состояния (x_{10}, x_{20}) в начало координат $(0,0)$, обеспечивая при этом максимум функционала

$$J = \int_0^T u^2(t) dt,$$

где T – не заданное заранее и не ограниченное время перехода.

В случае фиксированного времени перехода время $T = T_{\text{ф}}$, т.е. некоторому фиксированному значению времени. Требуется найти управление $u_{p2}^0(x_1, x_2)$, которое может перевести объект в начало координат, обеспечивая минимум функционала

$$J = \int_0^{T_{\text{ф}}} \left[u^2(t) + \lambda(x_{10}, x_{20}, T_{\text{ф}}) \right] dt,$$

где $T_{\text{ф}}$ – фиксированное время перехода; λ – коэффициент веса времени перехода, являющийся функцией начальных фазовых координат объекта и заданного времени перехода.

В случае фиксированного времени перехода значение коэффициента $\lambda = var$ и вычисляется для каждого конкретного процесса перевода объекта из одного состояния в другое. Целью настоящего исследования является решение данной наиболее общей задачи.

Источники

1. Погодицкий О.В., Малёв Н.А. Проектирование мехатронных систем. В 2 ч. Ч. 1. Анализ и синтез: учебное пособие. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. 312 с.

2. Антонов В.Н, Терехов В.А., Тюкин И.Ю. Адаптивное управление в технических системах: Учебное пособие. СПб.: Издательство С. Петербургского университета, 2001. 244 с.

3. Маямсина Д.Г., Малёв Н.А. Адаптивная система управления с беспойсковым алгоритмом вычисления градиента целевого функционала / Материалы докладов IX Международной молодёжной научной конференции «Тинчуринские чтения» / Под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю.

Абдуллазянова. В 4 т. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2014. Т. 3. С. 88.

4. Малёв Н.А., Погодицкий О.В., Львова Т.Н., Тукаева Е.П. Методика последовательной коррекции астатической малоколебательной системы управления электроприводом / Материалы I международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий». В 6 ч. Белгород, 2016. Ч.1. С. 92-95.

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА, МИНИМИЗИРУЮЩИЙ ЭНЕРГИЮ УСКОРЕНИЯ

Николай Анатольевич Малёв¹, Руслан Ганиматович Сахипов²

¹ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

²ТОО «Жаикмунай», г. Уральск

^{1,2}maleev@mail.ru

Аннотация: В работе исследуется метод синтеза управляющего алгоритма для электропривода с эталонной моделью. Метод позволяет минимизировать локальные функционалы, характеризующие энергию движения в окрестности фазовых траекторий эталонной модели. Показано, что при данном методе синтеза алгоритма управления обеспечивается робастность электропривода к параметрическим и координатным возмущениям.

Ключевые слова: синтез, управляющий алгоритм, эталонная модель, робастность.

ALGORITHM OF ELECTRIC DRIVE MOTION CONTROL WITH ACCELERATION ENERGY MINIMIZATION

Nikolay Anatolievich Malev, Ruslan Ganimatovich Sakhipov

Annotation: The paper investigates a method for synthesizing a control algorithm for an electric drive with a reference model. The method allows minimizing local functionals characterizing the energy of motion in the vicinity of the reference model phase trajectories. It is shown that this method of synthesis of the control algorithm ensures the robustness of the electric drive to parametric and coordinate perturbations.

Keywords: synthesis, control algorithm, reference model, robustness.

В работе рассматривается метод синтеза алгоритма управления движением электропривода, учитывающий минимизацию локальных функционалов, характеризующих энергию движения в окрестности фазовых траекторий эталонных моделей. Теория синтеза, основанная на таких идеях, приводит к алгоритмам управления, обеспечивающим системе свойства слабой чувствительности (робастности) к параметрическим и координатным возмущениям.

Пусть движение электропривода описывается дифференциальным уравнением второго порядка

$$\ddot{x} + a_1\dot{x} + a_0x = b_0u, \quad (1)$$

где x – переменная состояния; u – управляющая функция; a_1, a_0, b_0 – постоянные коэффициенты.

Необходимо синтезировать алгоритм управления $u = u(x, \dot{x})$, при котором электропривод переходит из произвольного состояния $x(0) = x$; $\dot{x}(0) = \dot{x}$ в стационарное $x(\infty) = x^0 = \text{const}$; $\dot{x}(\infty) = 0$. При этом необходимо, чтобы переходный процесс $x(t) \rightarrow x^0$ в замкнутой системе с заданной точностью следовал за переходным процессом $y(t) \rightarrow x^0$ в эталонной модели, которая описывается дифференциальным уравнением

$$\ddot{y} + \alpha_1 \dot{y} + \alpha_0 y = \alpha_0 x^0; \quad y(0) = x_0; \quad \dot{y}(0) = \dot{x}_0. \quad (2)$$

Алгоритм управления должен обеспечить такое движение электропривода, при котором выполняется условие $|y(t) - x(t)| \leq \varepsilon$.

Таким образом, динамика исследуемой системы будет идентична динамике эталонной модели. При условии, что $y(0) = x(0)$; $\dot{y}(0) = \dot{x}(0)$; $\ddot{y}(t) = \ddot{x}(t)$ процесс $x(t) \rightarrow x^0$ теоретически будет строго следовать за эталонным $y(t) \rightarrow x^0$; однако практически это невозможно. Поэтому структуру алгоритма управления и его параметры определим из условия минимума функционала

$$G(u) = \frac{1}{2} [\ddot{y}(t) - \ddot{x}(t, u)]^2. \quad (3)$$

Функционал (3) представляет собой энергию ускорения, нормированную по моменту инерции и вычисляемую в окрестности фазовой траектории движения эталонной модели. Поэтому управляющая функция, минимизирующая функционал $G(u)$, оптимальна по критерию минимума энергии ускорения.

Абсолютный минимум функционала $\min_u G(u) = 0$ достигается при условии $\ddot{x}(t, u) = \ddot{y}(t)$. Из выражения (1) ускорение

$$\ddot{x}(t, u) = b_0 u - a_0 x - a_1 \dot{x}.$$

Тогда управляющая функция

$$u^* = \frac{1}{b_0} (\ddot{y} + a_0 x + a_1 \dot{x}). \quad (4)$$

Для вычисления управляющей функции необходимо знать ускорение $\ddot{y}(t)$; найдем его из выражения (2):

$$\ddot{y}(t) = \alpha_0 (x^0 - x) - \alpha_1 \dot{x}. \quad (5)$$

Таким образом, уравнения (4) и (5) определяют в каждый момент времени такое значение управляющей функции, при которой траектория движения изображающей точки (x, \dot{x}) электропривода теоретически точно повторяет фазовую траекторию эталонной модели.

Источники

1. Погодицкий О.В., Малёв Н.А. Проектирование мехатронных систем. В 2 ч. Ч. 1. Анализ и синтез: учебное пособие. Казань: Казанский государственный энергетический университет. 2018. 312 с.

2. Антонов В.Н., Терехов В.А., Тюкин И.Ю. Адаптивное управление в технических системах: Учебное пособие. СПб.: Издательство С.Петербургского университета. 2001. 244 с.

3. Малёв Н.А., Маямсина Д.Г. Синтез градиентной системы управления с настраиваемой моделью объекта. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2013. №11-12. С.84-90.

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ПРОИЗВОДНОЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ФУНКЦИИ

Николай Анатольевич Малёв¹, Олег Владиславович Погодицкий¹,
Руслан Ганиматович Сахипов²
¹ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
²ТОО «Жаикмунай», г. Уральск
^{1,2}maleev@mail.ru

Аннотация: В работе исследуется метод формирования управляющего алгоритма для электропривода с форсирующим звеном в прямом канале. Метод базируется на использовании эталонной модели, обеспечивающей требуемое качество переходного процесса и установление необходимых значений выходных координат электропривода. Показано, что синтезированный с применением данного метода алгоритм управления обеспечивает инвариантность электропривода к параметрическим и координатным возмущениям.

Ключевые слова: синтез, алгоритм управления, эталонная модель, переходный процесс, инвариантность.

ALGORITHM OF ELECTRIC DRIVE MOTION CONTROL WITH THE DERIVATIVE OF THE CONTROL FUNCTION

Nikolay Anatolievich Malev, Oleg Vladislavovich Pogoditsky,
Ruslan Ganimatovich Sakhipov

Annotation: The paper investigates a method of forming a control algorithm for an electric drive with a differentiating link in a direct channel. The method is based on the use of a reference model that provides the required quality of the transient process and the required values establishment of the electric drive output coordinates. It is shown that the control algorithm synthesized using this method ensures the invariance of the electric drive to parametric and coordinate perturbations.

Keywords: synthesis, control algorithm, reference model, transient, invariance.

В работе рассматривается электропривод, передаточная функция которого содержит производную управляющей функции $u(t)$. В качестве управляющих координат рассматриваются величина u и производная её изменения \dot{u} .

Движение электропривода описывается уравнением

$$\ddot{x} + a_1\dot{x} + a_0x = b_1\dot{u} + b_0u \quad (1)$$

или в виде передаточной функции

$$W(s) = \frac{X(s)}{U(s)} = \frac{b_1s + b_0}{s^2 + a_1s + a_0}.$$

Необходимо синтезировать такой алгоритм управления, при котором электропривод из произвольного начального состояния $x(0)$; $\dot{x}(0)$ переходит в стационарное $x^0 = \text{const}$; $\dot{x} = 0$. При этом фазовая траектория электропривода с заданной степенью точности должна следовать за фазовой траекторией эталонной модели, описываемой уравнением

$$\ddot{y} + \alpha_1 \dot{y} + \alpha_0 y = \alpha_0 x^0. \quad (2)$$

Разрабатываемый алгоритм должен обеспечить стабилизацию заданного положения электропривода $x = x^0 = \text{const}$. Если в силу каких-либо обстоятельств появится рассогласование $\Delta x = x^0 - x$, то алгоритм управления должен обеспечить возвращение электропривода в назначенное положение, $\Delta x(t) \rightarrow 0$. При этом процесс $x(t) \rightarrow x^0$ должен следовать за процессом $y(t) \rightarrow x^0$ в эталонной модели с заданной степенью приближения.

Степень приближения процессов в системе и модели характеризует функционал

$$G(u, \dot{u}) = \frac{1}{2} [\ddot{y}(t) - \ddot{x}(t, u, \dot{u})]^2. \quad (3)$$

Из условия минимума функционала

$$\ddot{y}(t) = \ddot{x}(t, u, \dot{u}) \quad (4)$$

получим алгоритм

$$b_1 \dot{u}^* + b_0 u^* = \ddot{y} + a_0 x + a_1 \dot{x}.$$

Выполним замену $y(t) = x(t)$; $\dot{y}(t) = \dot{x}(t)$ и по выражению (2) найдем

$$\ddot{y} = \alpha_0 (x^0 - x) - \alpha_1 \dot{x}.$$

Идеальная управляющая функция $u^*(t)$ нереализуема, поскольку параметры электропривода известны, как правило, приближенно.

Структуру алгоритма управления синтезируем из условия, чтобы значение функционала (3) в каждый момент времени принадлежало окрестности экстремума-минимума. В этом случае равенство (4) выполняется приближенно. Отказ от условия достижения абсолютного минимума функционала $G(u^*)$ позволяет придать системе свойства грубости по отношению к изменению её параметров.

Источники

1. Погодицкий О.В., Малёв Н.А. Проектирование мехатронных систем. В 2 ч. Ч. 1. Анализ и синтез: учебное пособие / Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. 312 с.

2. Антонов В.Н, Терехов В.А., Тюкин И.Ю. Адаптивное управление в технических системах: Учебное пособие. СПб.: Издательство С.Петербургского университета, 2001. 244 с.

3. Малёв Н.А., Погодицкий О.В. Исследование и синтез модального регулятора двухмассовой электромеханической системы механизма подъема крана. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2018, №20(7-8). С. 99-106.

ДИСТАНЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА ПРОВОДОВ И АРМАТУРЫ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

Марсель Рустамович Миназов¹, Азат Назипович Хуснутдинов²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
^{1,2}marsel02031998mail.ru

Аннотация: В тезисе предложены виды дистанционной диагностики проводов и арматуры контактной сети. Обзор систем измерения параметров контактного провода. Перспективы создания компьютеризированной системы диагностирования контактной сети.

Ключевые слова: провода, арматура, контактная сеть, дистанционная диагностика.

REMOTE DIAGNOSTICS OF WIRES AND CONTACT NETWORK FITTINGS

Marsel Rustamovich Minazov, Azat Nazipovich Khusnutdinov

Annotation: In the thesis, the types of remote diagnostics of wires and catenary fittings are proposed. Review of systems for measuring the parameters of the contact wire. Prospects for the creation of a computerized system for diagnosing the contact network.

Key words: wires, fittings, contact network, remote diagnostics.

Транспортные сети, связывающие между собой промышленные центры, играют большую роль в нормальном функционировании нашей страны. Для обеспечения безотказного функционирования сети железных дорог их рабочее состояние необходимо постоянно контролировать. Увеличивающаяся нагрузка на железнодорожные линии при растущей скорости движения поездов ставит постоянно ужесточающиеся требования к контактной сети. Периодический контроль контактной сети необходим для обнаружения на ранней стадии изменений ее состояния. Так, например, колебания контактного провода влияют на процесс токосъема, поэтому необходимо постоянно оценивать работоспособность контактной подвески и качества токосъема. Результаты периодического контроля позволяют правильно, своевременно и с наименьшими затратами планировать и организовывать необходимый ремонт износившихся или поврежденных участков железнодорожного полотна, контактной сети и других элементов железнодорожного хозяйства. Для измерения отклонений от номинальных значений оцениваемых параметров контактной сети, был разработан прибор «Устройство слежения за параметрами контактного провода»:

1) Тепловизионный метод диагностирования электрооборудования контактной сети. Он является дистанционным, высокопроизводительным, позволяет получать данные в реальном времени при штатных режимах работы оборудования как в статических, так и в динамических режимах съемки. Однако, данный метод имеет отсутствие программного обеспечения по распознаванию объектов съемки в процессе одновременной оценки технического состояния КС, и компьютерной поддержки.

2) Метод ультрафиолетового диагностирования КС, основан на визуализации электромагнитного излучения при возникновении частичного разряда в диапазоне УФ спектра. По производительности, УФ-метод имеет преимущества перед ультразвуковым и радиолокационным методом. Однако, метод имеет низкую чувствительность, что дает нечеткую информацию, невозможность работы в дневное время суток. Но, при появлении УФ-дефектоскопов, которые обладают высокой чувствительностью, быстродействием, возможностью работы в дневное время, создают основу для реализации УФ-метода в системе дистанционной диагностики контактной сети.



Структурная схема устройства

По моему мнению, метод ультрафиолетового диагностирования является одним из наиболее перспективных, так как диагностирование частичных разрядов в диапазоне длин волн от 1 до 100 мм происходит с надежной точностью.

Прибор с использованием УФ-метода необходимо использовать для более достоверных данных, так как к нему можно добавить и другие вспомогательные системы, например, камера слежения, акустический датчик и др. С помощью блока анализа полученных данных информация будет поступать на устройство вывода для анализа.

Источники

1. Системный анализ навигационного обеспечения подвижных транспортных объектов / под ред. В.С.Марюхненко. Новосибирск: Наука, 2014. 256 с
2. Куценко С.М. Контроль параметров контактной сети железной дороги дистанционным способом.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСА WARMAN 8/6 F-АНЕ В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ МАТЛАВ

Газинур Мизхатович Мухаметов¹, Танир Хамитевич Мухаметгалеев²

¹ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

²ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹Mactacish ganibal@mail.com, ²banzay-13-13@yandex.ru

Аннотация: Рассмотрен расчёт параметров преобразователя частоты, а также реализация блоков параметров преобразователя частоты в программном пакете *Matlab*.

Ключевые слова: преобразователь частоты, моделирование, параметры преобразователя частоты.

WARMAN 8/6 F-ANE PUMP ELECTRIC MODEL DEVELOPMENT IN MATLAB SOFTWARE PACKAGE

Gazinur Mizhatovich Muhametov, Tanir Hamitevich Muhametgaleev

Annotation: The calculation of the parameters of the frequency converter, as well as the implementation of the blocks of the parameters of the frequency converter in the *Matlab* software package

Key words: frequency converter, modeling, frequency converter parameters

Частотный преобразователь *Danfoss Automation Drive FC302* представляет собой модульную платформу привода, с удобной конфигурацией, изготовленную в соответствии с промышленными требованиями. Приводы фирмы *Danfoss FC 302* обеспечивают безопасное отключение крутящего момента уже в стандартной комплектации, что объясняет его широкое применение в насосных установках. [1].

По мощности двигателя насоса были рассчитаны параметры элементов силового канала преобразователя частоты, а именно выпрямителя, фильтра, инвертора и снаббера [2]. По этим параметрам составлена модель силового канала преобразователя частоты в программном пакете *Matlab*, представленная на рис. 1. На рис. 2 и 3 показаны параметры блоков преобразователя частоты, реализованные в программном пакете *Matlab*.

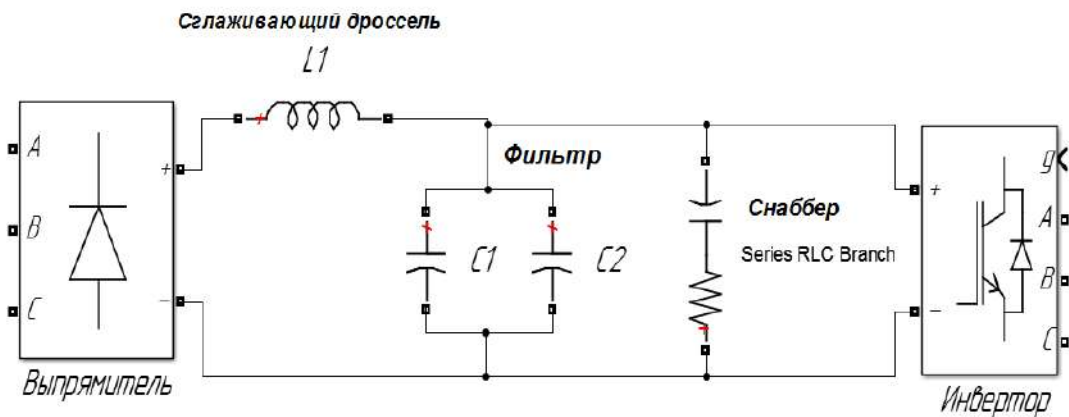


Рис. 1. Модель преобразователя частоты *Danfoss VLT AutomationDrive FC302* в программном пакете *Matlab*

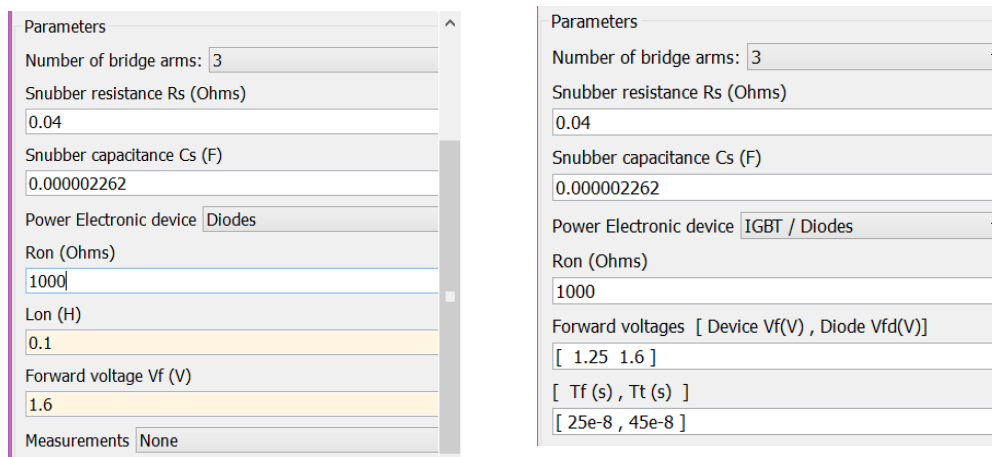


Рис. 2. Параметры блоков «Инвертор» и «Выпрямитель»

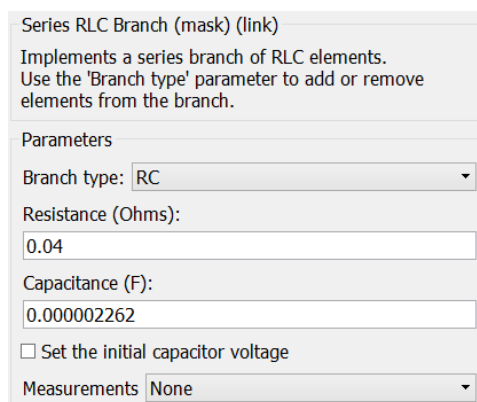


Рис. 3 Параметры блока «Снаббер»

Источники

1. Преобразователь частоты Danfoss *Automation Drive FC302* [Электронный ресурс]. Доступно по: <https://driveka.ru/catalog/381.html>
2. Ключев В.И. Теория электропривода: Учебное для вузов. 2-ое изд. перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1998. 704 с.

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ MATLAB

Сергей Сергеевич Сидоров¹, Танир Хамитович Мухаметгалеев²

¹ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

²ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹sergei.sidorov97@mail.ru, ²banzay-13-13@yandex.ru

Аннотация: Рассчитаны параметры схемы замещения асинхронного двигателя АДЧР180М2, который входит в состав электропривода молотковой дробилки ДМ-4-1. По рассчитанным параметрам создана модель двигателя в программном пакете *Matlab* и модель системы электропривода.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, параметры схемы замещения.

CREATING A MODEL OF AN ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE FOR A HAMMER CRUSHER IN THE MATLAB SOFTWARE PACKAGE

Sergei Sergeevich Sidorov, Tanir Hamitovich Muhametgaleev

Annotation: The parameters of the equivalent circuit of the asynchronous motor АДЧР180М2, which is part of the electric drive of the hammer crusher ДМ-4-1, have been calculated. Based on the calculated parameters, a model of the engine was created in the *Matlab* software package and a model of the electric drive system

Key words: asynchronous motor, equivalent circuit parameters.

Дробилка молотковая ДМ-4-1 ТУ 4744-024-00861966-2001 предназначена для измельчения различных сортов фуражного зерна для всех видов и возрастных групп животных и птиц [1]. По мощности дробилки был выбран электродвигатель типа АДЧР180М2 мощностью 30кВт при напряжении 380 В и скорости вращения 2940 об/мин. Требуется создать модель электропривода в программном пакете *Matlab* для исследования электромагнитной совместимости электропривода дробилки с сетью. Для этого требуется рассчитать параметры схемы замещения электродвигателя оп его каталожным данным [2].

Приведенное к статору активное сопротивление фазы обмотки ротора:

$$R_2' = 0,0663 \text{ Ом} \quad (1)$$

Активное сопротивление фазы обмотки статора:

$$R_1 = 0,131168 \text{ Ом} \quad (2)$$

Приведенная индуктивность рассеяния статора и ротора:

$$L_{sp} = L_{rp} = 0,0004 \text{ Гн} \quad (3)$$

Индуктивность намагничивающего контура:

$$L_m = 0,026979 \text{ Гн} \quad (4)$$

Схема электропривода и блок асинхронного двигателя в программе *Matlab* представлены на рис.1 и рис.2

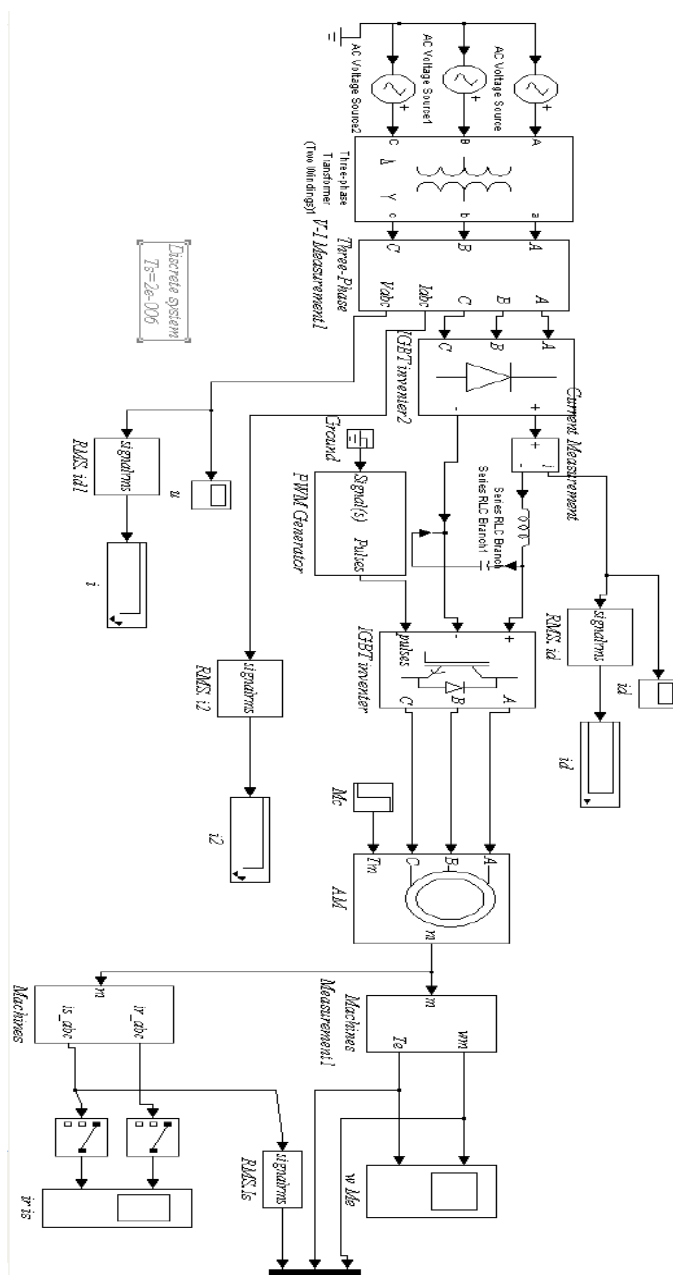


Рис.1. Схема асинхронного электропривода дробилки ДМ-4-1 в программном пакете *Matlab*

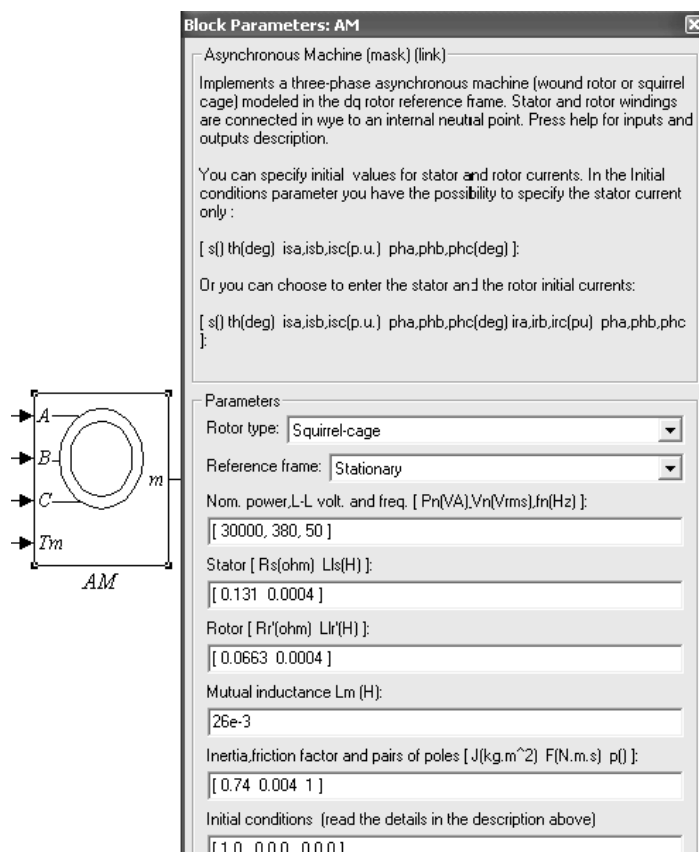


Рис. 2. Блок асинхронного двигателя АДЧР180М2 в *Matlab*

Источники

1. Руководство по эксплуатации ДМ-4. [Электронный ресурс]. Доступно по URL:<http://stroyagrokom.ru/f/files/rukovodstvoDM4.doc> (Дата обращения 2010);

2. Прохоров С.Г., Хуснутдинов Р.А. Электрические машины: Учебное пособие: Для студентов заочного и очного обучения / Казань: Изд-во Казанского государственного технического университета. 2002. 140 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ РЕШЕНИЙ ПО БЕЗЫНЕРЦИОННОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ ГЕНЕРИРУЕМОЙ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Николай Антонович Третьяков¹, Вилия Равильевна Иванова²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹tretyackov.k@yandex.ru, ²ivr10@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрен способ компенсации реактивной мощности с помощью статического компенсатора. Его преимущества в сравнении с другими компенсирующими устройствами и области его применения.

Ключевые слова: компенсация реактивной мощности; повышение энергоэффективности; статической компенсатор.

RESEARCH OF NEW SOLUTION FOR INERTIALESS REGULATION OF GENERATED REACTIVE POWER

Nikolay Antonovich Tretyakov, Vilia Ravilevna Ivanova

Annotation: The article discussed a method for reactive power compensation using a static compensator. Its advantages over other compensating devices and its areas of application.

Key words: reactive power compensation, energy efficiency, static compensator.

При электроснабжении звенья электропередачи и потребительская нагрузка всегда имеют наряду с активным сопротивлением, составляющие индуктивного и емкостного сопротивлений. Устройства, которые потребляют ток индуктивного характера, называют приемниками реактивной мощности, а устройства, потребляющие ток емкостного характера – источниками реактивной мощности. Значительная часть промышленных электрических устройств потребляет реактивную мощность.

Активная мощность, которую потребляет электроприемник, совершает работу и может преобразовываться в другие виды энергии: механическую, химическую, тепловую, световую и т.п. Также некоторая часть активной мощности расходуется на потери.

А реактивная энергия не расходуется на совершение полезной работы, а расходуется на создание электромагнитных полей в электродвигателях, трансформаторах, линиях.

В энергосистемах используют специальные устройства, необходимые для компенсации реактивной мощности, потребляемой компонентами системы.

Статические компенсаторы (СТАТКОМ) – это система или набор устройств, которые обеспечивают стабильность напряжения в высоковольтных электрических системах. Благодаря использованию современных высоковольтных тиристорных клапанов и тиристорных управляемых реакторов. СТАТКОМ работает в соответствии с принципами преобразователя источника напряжения, сочетая уникальную широтно-импульсную модуляцию с миллисекундной коммутацией.

Статические компенсаторы устанавливаются в системе, для выполнения следующих функций:

1. Поддержка и изменение параметров напряжения и тока
2. Ослабление колебаний напряжения и мерцания
3. Несимметричная балансировка нагрузки
4. Коррекция коэффициента мощности
5. Гашение активных гармоник
6. Улучшение проходной способности электрической системы

СТАТКОМ решает проблемы качества электроэнергии в электрических системах, и имеет ряд преимуществ по сравнению с аналогами в своем классе.

К основным областям применения СТАТКОМ относятся: прокатные металлургические станы, подъемные механизмы угольных шахт и портов, дуговые сталеплавильные печи, тяговые подстанции электрифицированного железнодорожного транспорта и машиностроительных производственных линиях.

СТАТКОМ – это устройство динамической компенсации реактивной мощности, главным элементом которого является полностью управляемый инвертор, построенный на базе биполярных транзисторов с управляемым затвором.

Относительно других компенсирующих устройств СТАТКОМ имеет ряд преимуществ:

- 1) Оказывает минимальное воздействие на питающую сеть при запуске.
- 2) Имеет гибкий диапазон компенсации реактивной мощности.
- 3) Регулирование происходит как в индуктивном, так и в емкостном диапазоне.
- 4) Высокое быстродействие системы управления. Скорость отклика СТАТКОМ составляет порядка 10 мс, что позволяет осуществлять компенсацию реактивной мощности для резкопеременной нагрузки, также лучше снижать колебания Фликера.

5) Позволяет более эффективно фильтровать гармонические искажения.

6) Имеет меньшие габариты, чем аналоги.

7) Высокая эффективность.

8) Отсутствует зависимость генерации мощности от напряжения сети.

9) Функция мульти-компенсации обеспечивает контроль перенапряжения в режиме реального времени, улучшается стабильность напряжения системы, поддержка напряжения в ЛЭП в динамических режимах, устранять колебания мощности энергосистемы.

На данный момент СТАТКОМ считается - наиболее совершенным статическим устройством. Так как он обладает высоким быстродействием, малым содержанием высших гармоник, относительно небольшими размерами, может применяться в любых электрических сетях.

Источники

1. Минин Г.П. Реактивная мощность. М.: Энергия, 1978. 88с.

2. Глушков В.М., Грибин В.П. Компенсация реактивной мощности в электроустановках промышленных предприятий. М.: Энергия, 1975. № 429. 104 с. ил. Библиотека электромонтера.

3. Геворкян М.В. Современные компоненты компенсации реактивной мощности. М.: Додэка-XXI, 2003. 68с.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНО-СУШИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Ульяна Николаевна Шипулина¹, Танир Хамитевич Мухаметгалеев²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹ulianashipulina@mail.ru, ²banzay-13-13@yandex.ru

Аннотация: Создана модель асинхронного электропривода в программном пакете *Matlab*. По каталожным данным рассчитаны параметры схемы замещения трансформатора для модели электропривода в программном пакете *Matlab*.

Ключевые слова: зерносушилка, трансформатор, параметры схемы замещения, асинхронный электропривод.

CALCULATION OF PARAMETERS OF THE ELEMENTS OF THE ELECTRIC DRIVE OF A GRAIN CLEANING AND DRYING COMPLEX

Uliana Nikolaevna Shipulina, Tanir Hamitevich Muhametgaleev

Annotation: A model of an asynchronous electric drive was created in the Matlab software package. According to the catalog data, the parameters of the equivalent circuit of the transformer for the electric drive model in the Matlab software package are calculated

Key words: grain dryer, transformer, equivalent circuit parameters, asynchronous electric drive.

Зерноочистительно-сушильный комплекс КЗС-25Б состоит из зерноочистительного и сушильного отделений. Сушильные отделения укомплектованы барабанными зерносушилками СЗСБ-8А. [1]. Электродвигатель типа АДЧР 160S8 мощностью 7,5 кВт вращает сушильный барабан через двухступенчатый редуктор и приводные ремни. Зерно в сушильный барабан должно поступать равномерным и беспрерывным потоком, поэтому в барабанной зерносушилке СЗСБ-8А используется частотно-регулируемый электропривод для обеспечения оптимального режима сушки. Это улучшает качество получаемого продукта, снижает потери при его обработке. Мощность трансформатора и мощность электроприводов в сушильном комплексе соизмерима, поэтому существует проблема генерации высших гармоник в питающую электрическую сеть. Это негативно сказывается на надежности и эффективности остального электрооборудования сушильного комплекса и в том числе на саму электрическую сеть.

Для исследований проблемы генерации высших гармоник в питающую электрическую сеть нужно создать модель электропривода в программном пакете *Matlab*. Она представлена на рис. 1.

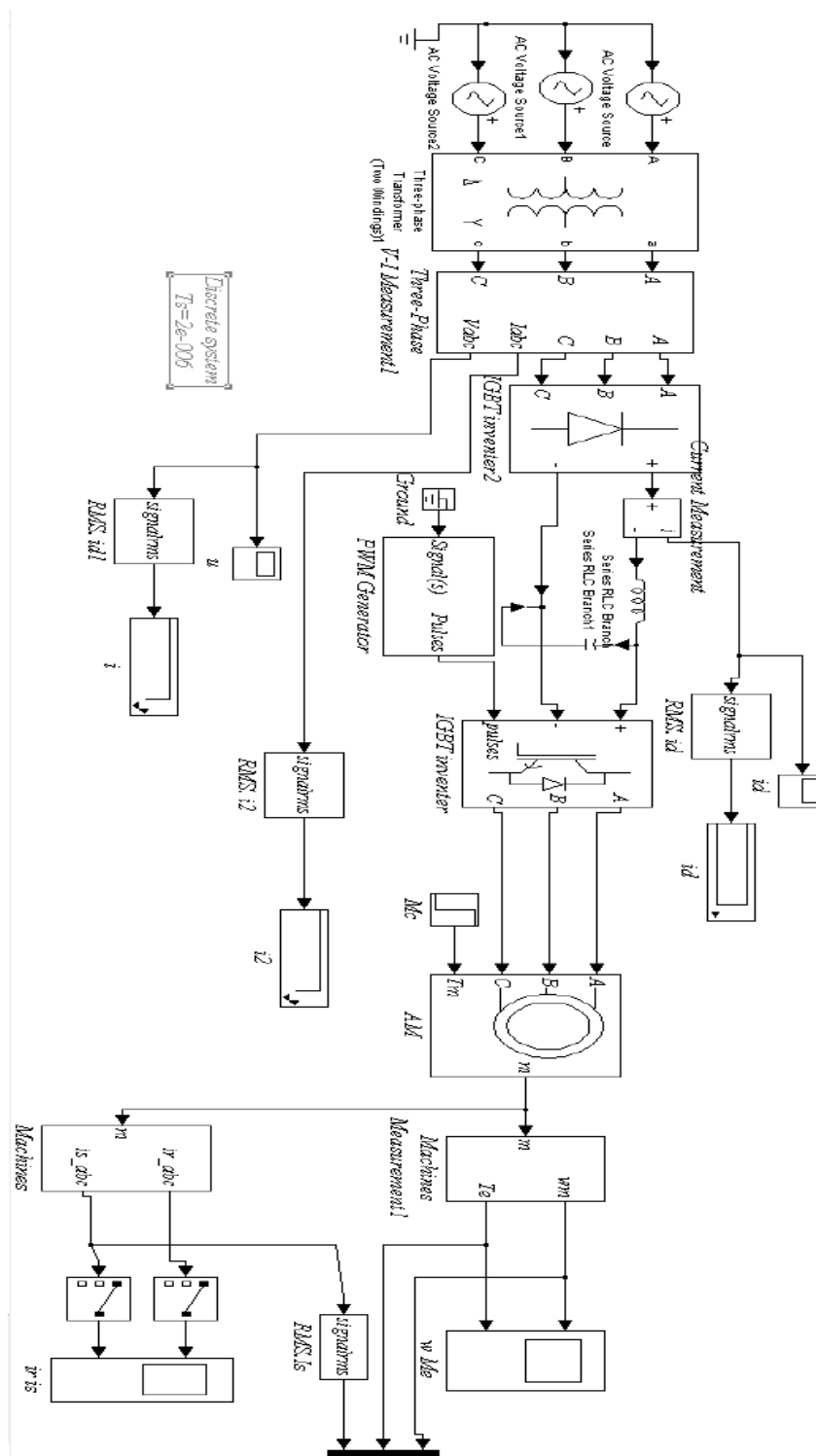


Рис. 1. Схема моделирования асинхронного электропривода в программном пакете *Matlab*

По каталожным данным рассчитываем параметры схемы замещения трансформатора ТМГ-100-6/0,4, питающего комплекс [2].

Они будут равны:

$$r_1 = r_2' = 4,31 \text{ Ом}, r_m = 90000 \text{ Ом}, L_m = 29,03 \text{ Гн}, L_1 = L_2 = 29,05 \text{ Гн}.$$

Блок *Transformer* и его параметры в программном пакете *Matlab* представлен на рис.2.

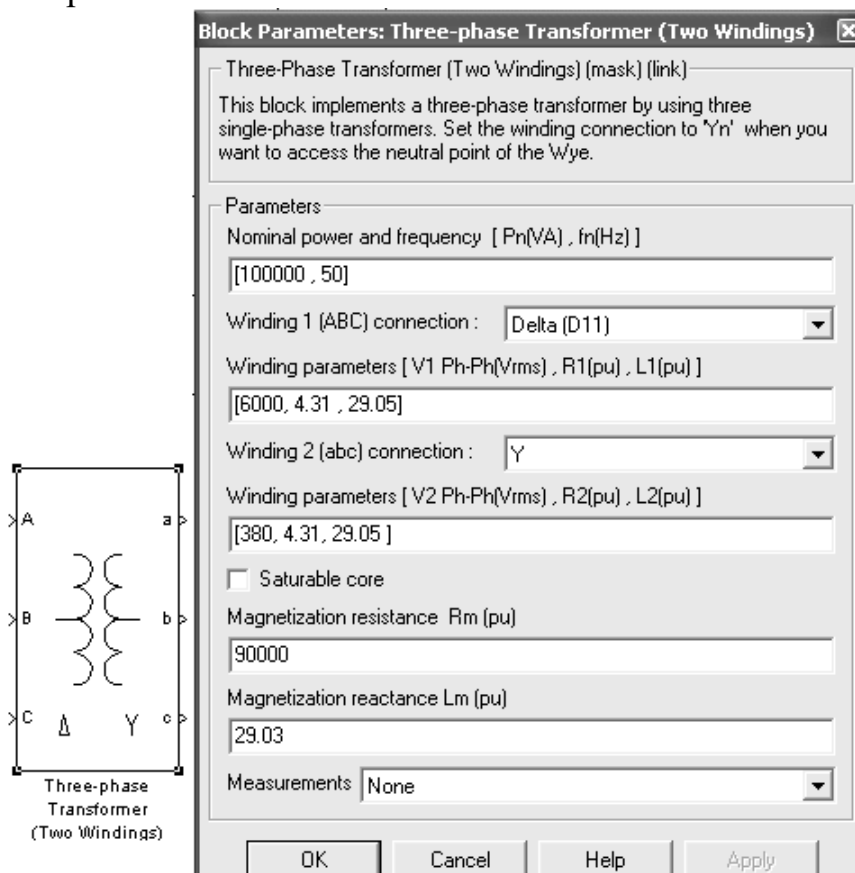


Рис. 2. Блок *Transformer* и его параметры в программном пакете *Matlab*

Источники

1. Бородин И.Ф., Андреев С.А. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: учебник для прикладного бакалавриата. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2018. 386 с.

2. Прохоров С.Г., Хуснутдинов Р.А. Электрические машины: Учебное пособие: Для студентов заочного и очного обучения / Казань: Изд-во Казанского государственного технологического университета, 2002. 140 с.

Секция 3. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЭК И ЖКХ

УДК 621.311

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СЕТЕВЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Анна Алексеевна Аверьянова¹, Юрий Васильевич Абасев²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
^{1,2}annaannaaver@gmail.com

Аннотация: в статье рассматриваются основные проблемы эксплуатации сетевых подогревателей тепловых электрических станций, причины их возникновения и методы повышения эффективности теплообмена.

Ключевые слова: сетевой подогреватель, недогрев, тепловая электрическая станция, сетевая вода, метод, повышение, температурный напор.

INCREASING THE EFFICIENCY OF THE NETWORK HEATERS OF THERMAL POWER PLANTS

Anna Alekseevna Averyanova, Yuri Vasilevich Abasev

Abstract: The article discusses the main problems of network heaters of thermal power plants and the reasons for their occurrence, as well as methods for increasing the efficiency of a network heater.

Key words: network heater, subcooling, thermal power plant, network water, method, increase, temperature head.

Сетевые подогреватели тепловых электрических станций предназначены для отпуска тепловой энергии в теплосеть – с теплоносителем в виде горячей воды, направляемой на отопление и горячее водоснабжение внешних потребителей.

Основной проблемой сетевых подогревателей, которая зависит от эксплуатационных и конструкционных факторов, является повышенное значение недогрева сетевой воды, которое может достигать 25-30 °С [1]. Недогрев – разница между температурой насыщения греющего отборного пара турбины и температурой сетевой воды на выходе из подогревателя. Наиболее экономичная работа турбоустановки достигается при обеспечении минимальных недогревов сетевой воды в подогревателях.

К основным эксплуатационным проблемам, из-за которых происходит повышенный недогрев, можно отнести: неплотность задвижки на обводе сетевого подогревателя или группы подогревателей; повышенные присосы воздуха в подогревателях, работающих под разрежением; уменьшение рабочей поверхности подогревателя из-за

большого числа заглушенных трубок или затопления части поверхности при повышении уровня; ухудшение теплообмена в связи с загрязнением поверхности нагрева [2].

В процессе эксплуатации подогревателей сетевой воды на внутренней поверхности трубной системы образуются отложения. Состав и количество отложений зависят от качества сетевой воды, поступающей в подогреватели, температурных условий и длительности эксплуатации. Отложения ухудшают коэффициент теплопередачи, что приводит к увеличению температурного напора. К тому же, коэффициент теплопередачи ухудшается воздухом и неконденсирующимися газами, попадающими в подогреватель через неплотности соединений и с паром из отборов турбины.

Нормы и контроль качества сетевой воды прописаны в [3]. Несмотря на применение водоподготовительных установок и деаэраторов, качество сетевой воды зачастую отклоняется от требуемых параметров. Одной из распространенных причин данной проблемы является применение стальных труб в системах теплоснабжения, которые имеют высокую прочность, низкий коэффициент линейного расширения, но отличаются низкой коррозионной стойкостью.

Для повышения эффективности работы сетевого подогревателя специалистами УрФУ и НПО ЦКТИ были применены поверхности теплообмена из профильно-витых труб вместо гладких [4]. Испытания подтвердили, что данное решение позволило увеличить коэффициент теплопередачи и снизить значение недогрева примерно в 2 раза.

Также повысить тепловую эффективность подогревателя можно за счет его реконструкции. Специалистами НПО ЦКТИ была разработана новая схема, в которой была усовершенствована система сбора и непрерывного отвода из зон конденсации конденсата пара и паровоздушной смеси, а на входе пара в трубный пучок был добавлен вертикальный раздающий коллектор, способствующий выравниванию скоростей пара по длине теплообменных труб. Данная модернизация позволила увеличить коэффициент теплоотдачи в 1,5 раза.

Эффективность от повышения коэффициентов теплопередачи и снижения температурных напоров сетевых подогревателей может быть выражена в снижении топливных затрат и, соответственно, снижении тарифов на тепловую энергию, поэтому задача улучшения эксплуатации и модернизация конструкции таких теплообменников является актуальной.

Источники

1. Теплообменное оборудование для промышленных энергоустановок и систем теплоснабжения. Промышленный каталог 04-04. М.: ФГУП ВНИИАМ, НПО ЦКТИ, 2004.

2. РД 34.40.503-94. Типовая инструкция по эксплуатации установок подогрева сетевой воды на ТЭЦ и КЭС.

3. РД 24.031.120-91. Методические указания. Нормы качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов, организация водно-химического режима и химического контроля.

4. Сафонов Л.П., Пермяков В.А., Ратнер Ф.З., Бродов Ю.М. Внедрение профильных труб в теплообменные аппараты паровых турбин// Энергомашиностроение. 1987. № 7.

ВИДЫ ВОДЯНОГО ТЕПЛОГО ПОЛА

Ильнар Раилевич Аухадуллин¹, Максим Валерьевич Мишин²,
Инсаф Илнарович Галяутдинов³, Алина Ринатовна Измайлова⁴
^{1,2,3,4}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
aukhadullin2011@mail.ru¹, mmisin62@gmail.com², insaf2012@list.ru³,
zmailik10@yandex.ru⁴

Аннотация: Водяные тёплые полы прочно вошли в арсенал инженерного оборудования дома благодаря созданию ими максимально комфортного для человека и домашних животных температурного режима по сравнению с привычным радиаторным отоплением. В данной статье рассматриваются виды теплого водяного пола.

Ключевые слова: виды, водяной пол, модели, системы, конструкции, покрытия.

TYPES OF WATER FLOOR HEATING

Ilnur Ravilevich Akhmadullin, Maxim Valerievich Mishin,
Insaf Illnerova Galyautdinov, Alina Rinatovna Izmailov

Annotation: Water underfloor heating has firmly entered the arsenal of engineering equipment at home due to their creation of the most comfortable temperature regime for humans and pets compared to the usual radiator heating. This article discusses the pitchfork of a warm water floor.

Keywords: types, water floor, models, systems, structures, coatings.

Классический водяной теплый пол производит подогрев полов в доме при помощи системы труб, в которых циркулирует теплоноситель – вода или этиленгликоль. Носители нагреваются в котле или от системы центрального отопления. Классическая модель устанавливается в большинстве современных областях строительства, она легко устанавливается как перед началом строительства дома, так и в уже возведенном доме. Кроме этого, она свободно подключается к полностью автономным отопительным системам и теплоцентралям любого класса.



Рис. 1. Классический

Типы:

– На бетонной стяжке. Этот вид теплого пола считается самым распространенным. Устройство пола на бетонной стяжке: трубы заливаются бетоном, в результате чего пропадает необходимость использовать дополнительные распределители тепла.

– Полистирольная система. В основе этой технологии лежит конструкция из полистирольных пластин с пазами, в которые сначала вкладываются специальные алюминиевые пластины, а затем и сами трубы. На современном этапе развития отопительных систем удалось добиться поразительно маленькой толщины полистирола: от 13 до 32 мм.

– Электро-водяной. Отличительной чертой отопительной системы является то, что они не подключаются к котлу, поскольку греющий элемент находится в самой трубопроводной системе. Для функционирования электрического пола также не нужны циркуляционные насосы, поскольку жидкость не ходит по трубам, а стоит на месте, нагреваясь от греющих элементов. Второй особенностью является то, что они поставляются в уже собранном виде. Третьей особенностью является их высокий уровень автономности и легкий процесс эксплуатации – устройство подключается к сети 220 В, и сразу начинает обогревать все помещения в доме.



Рис. 2. Электро-водяной пол

Преимущества:

Используют минимальный объем обогревающей жидкости. Подогрев труб происходит равномерно по всей длине. Эта технология обеспечивает хороший обогрев всей комнаты целиком. Гибкие настройки и локальный подогрев. То есть, вы можете производить обогрев отдельного электрического контура.

Жидкостные теплые полы (они же электро-водяные) могут устанавливаться в квартирах многоэтажных зданиях.

Деревянная конструкция (бывает модульной или реечной). Водопроводная система этого типа устанавливается на лаги, между которыми находится теплоизоляционный слой из минеральной ваты, стекловаты и других материалов.



Рис. 4. Настильная система

Основным отличием настильной системы является отсутствие мокрого процесса, благодаря чему значительно сокращается время установки. Устройство теплого пола этого типа сделано таким образом, что его можно использовать сразу после укладки. Второй отличительной чертой является наличие в продаже готовых элементов – утеплителей с пазами или бобышками, отражательных пластин, использование которых положительно сказывается на скорости укладки пола. Третья отличительная черта настильной системы – пол быстро нагревается и остывает.

Кроме этого, пол не рассчитан на установку поверх себя кафеля, камня и других тяжелых материалов, масса и толщина которых будет мешать обогреву жилого помещения. Разрешается использовать только деревянные материалы и линолеум, то есть, легкие напольные покрытия.

Слой настильной системы теплого пола (сверху вниз):

Напольные покрытия бывают деревянные (паркет, ламинат) или из линолеума. Прямо под напольным покрытием находятся трубы, уложенные в алюминиевые пластины. Водяной теплый пол, особенно его трубопроводная система, нуждается в дополнительной теплоизоляции. Поэтому трубы обматывают фольгой для того, чтобы тепло, исходящее от них, равномерно распределялось по квартире.

Маты с пазами или бобышками. На европейском рынке такие маты выпускаются с разной толщиной: 30, 50, 70 мм. На российском же рынке чаще всего встречаются маты толщиной 30 мм. По этой технологической несправедливости не все жители первых этажей могут использовать настильную систему отопления. Решить проблему теплоизоляции поможет полистирол – положите слой (около 50-мм) этого материала под пол и навсегда забудьте о потерях тепла.

Источники

1. Теплый пол [Электронный ресурс] // Каминум.ру: [сайт].[2014-2020]. Доступно по URL: <https://kaminyn.ru/tyoplyiy-pol/vodnyiy/vidyi-vodyanyih-teplyih-polov.html> (Ссылка активна на: 14.10.2020).
2. ПисаревЕ. Теплый пол. Водяной или электрический?2012. 48с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЁПЛЫХ ПОЛОВ

Инсаф Илнарович Галяутдинов¹, Ильнар Раилевич Аухадуллин²,
Максим Валерьевич Мишин³, Алина Ринатовна Измайлова⁴
^{1,2,3,4}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹insaf2012@list.ru, ²aukhadullin2011@mail.ru, ³mmisin62@gmail.com,
⁴zmailik10@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматривается целесообразность применения тёплых полов, а также способ установки водяного тёплого пола.

Ключевые слова: тёплый пол, применение, монтаж.

APPLICATION OF HEATED FLOORS

Insaf Ilnarovich Galyautdinov, Ilnar Railevich Aukhadullin,
Maxim Valerievich Mishin, Alina Rinatovna Izmailova

Annotation: The article discusses the feasibility of using underfloor heating, as well as the method of installing a water underfloor heating.

Key words: warm floor, application, installation.

Отопление дома теплыми полами набирает популярность благодаря удобству пользования, безопасности и возможности создания комфортной для человека зоны внизу помещения, когда согреваются ноги.

Сегодня напольными обогревающими системами оборудуются большинство жилых домов, коттеджей, дач, квартир. Они успешно используются как основной или дополнительный, общий или локальный источник обогрева помещения.

Что представляют собой тёплые полы

Традиционно теплым полом принято называть саму систему обогрева частных домов или квартир, которая монтируется под напольное покрытие. В зависимости от вида теплоносителя и способа подключения теплые полы бывают водяными, электрическими, инфракрасными. В водяных полах используются гибкие трубки с горячей водой, в электрических – токоведущие кабели, в инфракрасных – специальная пленка с электроподключением.



Рис. 1. Тёплый пол

Процесс установки теплого пола в помещении включает комплекс строительно-ремонтных мероприятий:

- Подготовка и выравнивание базового основания.
- Укладка и подключение обогревающих элементов (труб, кабеля или пленки).
- Финишное оформление обогревающих сетей напольным покрытием.

По мнению экспертов, монтаж теплого пола в частном доме предпочтительнее, чем установка радиаторов.



Рис. 2. Монтаж теплого пола

Теплые полы могут устанавливаться по всей площади здания или только локально. Такое отопление хорошо зарекомендовало себя за годы своего существования, получив положительные отзывы потребителей и высокую оценку экспертов.

Оборудование помещения теплыми полами выигрывает перед установкой радиаторов с тем же типом теплоносителя по нескольким критериям:

- Выше энергоэффективность. Этим способом можно обогреть большую площадь с меньшими энергозатратами.
- Качество нагрева лучше. В отличие от традиционных радиаторов отопления напольная система дает равномерный нагрев, при этом тепло концентрируется внизу, где находятся люди, распространяется снизу-вверх.
- Напольный обогрев дает комфортное для человека тепло, согревая в первую очередь ноги.
- Улучшается эстетический вид помещения.

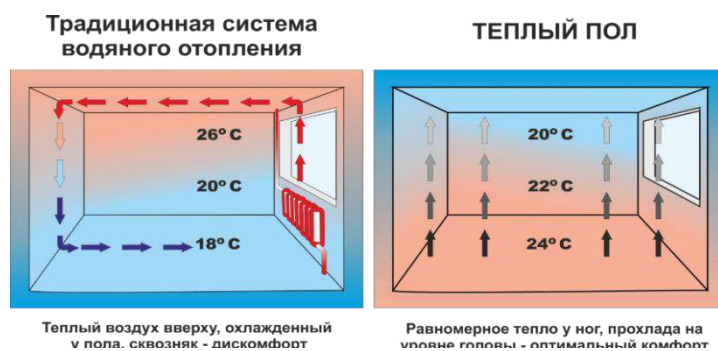


Рис. 3. Система отопления

Монтаж теплых полов производится с учетом общих для всех типов изделий правил:

– укладка обогревающих кабелей, труб, пленки всегда производится на жесткое базовое основание;

– непосредственно под элементы с теплоносителем укладывается фольгированная теплоотражающая подложка;

– трубы, кабель или пленка фиксируются к основанию при помощи специального крепежа (клипс, скоб, скотча) с целью предотвращения их перемещения;

– поверх обогревающих линий обязательно кладется ровная жесткая плита из ДСП или фанеры, препятствующая их повреждению;

– в большинстве случаев подключение к сети производится только через термостат.

Источники

1. Теплый пол [Электронный ресурс] // Доступно по: URL: https://video-praktik.ru/teplye_poly.html (Ссылка активна на: 27.10.2020).

2. Теплый пол [Электронный ресурс] // Доступно по: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%91%D0%BF%D0%BB%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D0%BB (Ссылка активна на: 27.10.2020).

3. Виды теплых полов [Электронный ресурс] // Доступно по: URL: https://stroyusnulya.ru/remontpola/kakie_sushhestvuyut_vidy_tyoplyx_polov.html (Ссылка активна на: 27.10.2020).

ПРОГРЕССИВНОЕ СОСТОЯНИЕ СПОСОБОВ ДИАГНОСТИКИ СВОЙСТВ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ МАСЕЛ

Гульшат Ришатовна Гиззатуллина
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
gulya918273645@yandex.ru

Аннотация: В тезисе рассмотрены возможности и проблемы диагностики качества трансформаторных масел.

Ключевые слова: показатели качества трансформаторных масел, полный анализ, химически сокращенный, хроматографический анализ.

PROGRESSIVE STATE OF METHODS FOR DIAGNOSTICS OF TRANSFORMER OIL PROPERTIES

Gulshat Rishatovna Gizzatullina

Annotation: In the thesis the possibilities and problems of diagnostics of the quality of transformer oils are considered.

Key words: quality indicators of transformer oils, complete analysis, chemically abbreviated, chromatographic analysis.

От уровня качества масла, определяемого его электрофизическими и физико-химическими свойствами, зависит надежность эксплуатации маслонаполненных аппаратов.

В процессе эксплуатации трансформаторного масла выполняется химически сокращенный анализ масла и анализируются следующие показатели: пробивное напряжение; наличие воды и шлаков; кислотное число; температура вспышки; реакция водной вытяжки.

Среди показателей трансформаторного масла много внимания уделяется главной электроизоляционной характеристике – уровню пробивного напряжения. На данный показатель влияет наличие в трансформаторном масле вредных механических примесей веществ извне изоляционной среды или результатов распада и разрушения элементов и материалов конструкции внутренних деталей трансформаторов.

Появляющиеся вредные вещества увеличивают потенциальную возможность электрических пробоев из-за снижения эксплуатационных характеристик трансформаторного масла и увеличивают значения тангенса угла диэлектрических потерь. Практически любое повреждение в трансформаторе со временем приводит к снижению пробивного напряжения масла. Пробивное напряжение и тангенс угла

диэлектрических потерь определяют в электротехнической лаборатории, используются приборы, имеющие измерительную ячейку со сферическими электродами (АИМ-90, БА-75) [1].

При количественной оценке содержания механических примесей в масле оно сначала пропускается через сухой чистый, предварительно взвешенный бумажный фильтр. Затем фильтр высушивается и взвешивается, а разница в весе дает массу механических примесей. Качественное определение влагосодержания в масле производят путем нагрева масла до 130°C. Наличие воды подтверждается, если при вспенивании трансформаторного масла не менее двух раз слышен треск.

Наличие в масле водорастворимых кислот, которые являются достаточно агрессивными соединениями, вызывает коррозию металлов и ускоряет старение твердой изоляции. Определение содержания водорастворимых кислот и щелочей основывается на их извлечении из масла с помощью воды или водного раствора спирта. Для обнаружения щелочи и мыл используют 1%-ый спиртовой раствор фенолфталеина, который меняет свой цвет при наличии вредных компонентов. Впоследствии выявления водорастворимых кислот и щелочей производится регенерация масла.

Для выявления дефекта силового оборудования, проводят анализ температуры вспышки трансформаторного масла. Если температура, при которой пары масла, нагреваемого в закрытом сосуде, образуют с воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении к ней пламени, снижается более, чем на 5°C, требуется комплексное обследование трансформатора для выявления причины этого снижения.

В случае необходимости получения максимально точных сведений о текущем состоянии нефтепродукта современных лабораториях используются методики полного анализа. Метод направлен на выявление основных причин износа жидкости, позволяет определить срок дальнейшей возможной эксплуатации. При отклонении хотя бы одного показателя от нормы необходима регенерация масла или его замена.

Масло в трансформаторе используется в качестве теплоносителя и жидкого диэлектрика. Минимальное допустимое значение для диэлектрической среды – 30 кВ, для свежего масла оно выше (60 кВ). Если число изоляционной прочности падает, нефтепродукт необходимо заменить – появляется риск короткого замыкания, дуговых разрядов. [2]

Хроматографический анализ растворенных в масле газов входит в объем полного анализа эксплуатационного масла: позволяют выявить дефекты в конструктивных узлах маслонаполненного оборудования, но

практически не дает информации о свойствах и составе самой масляной среды. Анализ позволяет: отслеживать динамику процессов износа в агрегатах; прогнозировать появление дефектов, выявляя проблему на начальном этапе; оценивать степень повреждения; определять место повреждения для выполнения ремонтных работ. Для оценки используются семь основных газов: водород, метан, этан, этилен, ацетилен, угарный газ, углекислый газ. Трансформаторное масло содержит в растворенном виде и другие газы – кислород, пропан, бутан, бутен.

Трансформаторное масло в процессе его эксплуатации теряет свои электроизоляционные свойства. Своевременное выявление нарушений способствует эффективной эксплуатации масляных ресурсов. Несмотря на то, что диагностика масла позволяет выявить до 80 % возникающих в трансформаторах проблем, практически эту работу способны выполнить не большое количество специалистов. Обилие методик, способов оценки технического состояния масла, подчеркивают нерешенность проблемы. Проблемы диагностики масла можно рассматривать по трем направлениям: подготовка специалистов-экспертов высокой квалификации; составление алгоритмов и программ для автоматизации процесса диагностики трансформаторного масла; эксплуатация трансформатора, в основном, без нарушения допустимых режимов его работы. Наиболее оптимальным и перспективным, является совместное развитие второго и третьего подходов в эксплуатации и диагностике трансформаторного масла.

Источники

1. Техническая диагностика и мониторинг технического состояния трансформаторного оборудования: монография / Г.А. Кириллов, А.Б. Варенов, Я.М. Кашин [и др.] / под. общ. ред. Г.А. Кириллова, Краснодар: Изд-во КУБГТУ, 2019. 378 с.

2. Анализ трансформаторного масла: основные методы испытаний [Электронный ресурс] Доступно по: <https://oils.globecore.ru/analiz-transformatornogo-masla.html> (Ссылка активна на: 17.10.2020).

ПОВЫШЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ ТЭЦ-ПВС-2 ЧМК ОАО «СЕВЕРСТАЛЬ»

Алена Александровна Евстафьева
ФГБОУ ВО «ВоГУ», г. Вологда
alenska-evs@mail.ru

Аннотация: Рассмотрен вопрос о повышении мощности турбины на металлургическом предприятии за счет отключения системы регенерации.

Ключевые слова: газотурбинная установка, система регенерации, ТЭЦ, электроэнергия, ресурсосбережение.

INCREASE OF ELECTRIC POWER OF CHP-PVS-2 CHMK OJSC «SEVERSTAL»

Alena Aleksandrovna Evstafieva

Annotation: The question of increasing the turbine power at a metallurgical enterprise by disabling the regeneration system is considered.

Key words: gas turbine installation, regeneration system, thermal power station, electric energy, resource saving.

«Северсталь» – российская металлургическая компания, владеющая Череповецким металлургическим комбинатом, вторым по величине сталелитейным комбинатом России.

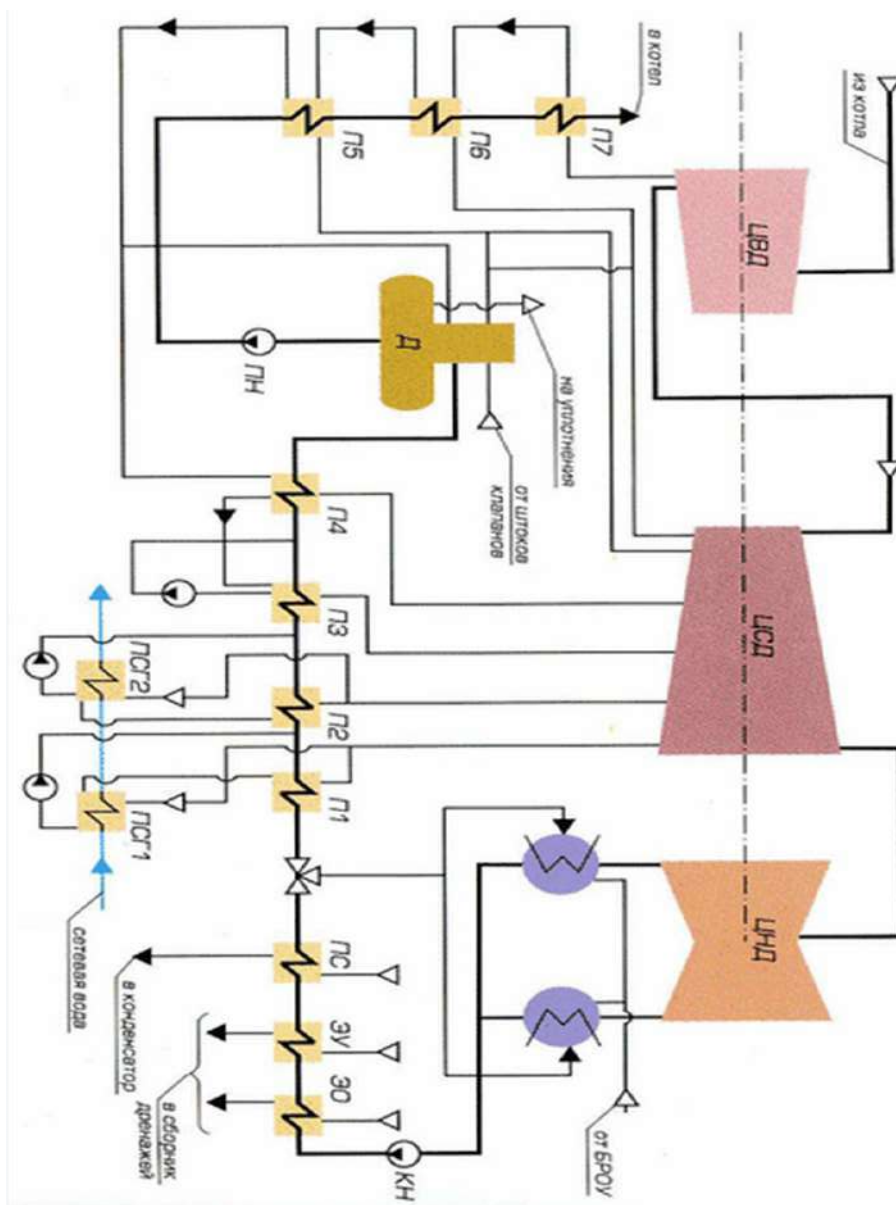
Ключевым активом Северстали является Череповецкий металлургический комбинат (ЧерМК). ЧерМК – это предприятие с полным металлургическим циклом, включающим коксохимическое, агломерационное, доменное, сталеплавильное и прокатное производство. Комбинат является одним из самых мощных и современных предприятий по производству черных металлов в мире.

Обеспечением потребностей металлургического комбината в электрической и тепловой энергии, обеспечением надежной и бесперебойной работы энерго- и электрооборудования, занимается Управление главного энергетика.

УГЭ включает в себя следующие цеха: ТЭЦ-ПВС-2, ТЭЦ-ЭВС-2, ТЭСЦ, газовый цех, кислородный цех, цех водоснабжения, цех электроснабжения, центр энергосбережения.

В данной статье, рассматривается вопрос о повышении мощности турбины Т-100-130 за счет последовательного отключения системы регенерации.

Теплофикационная установка турбины Т-100-130. Состоит из двух последовательно установленных по сетевой воде подогревателей ПСГ-2300-3-8, включенных по пару, соответственно в верхний (5-ый) и нижний (6-ой) регулируемые отборы турбины. Конденсат греющего пара ПСГ-1 подается конденсатными насосами в линию основного конденсата.



Тепловая схема турбины Т-100-130

Характеристики турбоустановки с включенной регенерацией. Расход тепла на турбоустановку по производству электроэнергии – 239278 кВт. Коэффициент полезного действия турбоустановки по производству электроэнергии – 52,16 %. Электрическая мощность турбоустановки – 124801 кВт.

Характеристики турбоустановки с отключением подогревателей высокого давления. Расход тепла на турбоустановку по производству электроэнергии – 239442 кВт. Коэффициент полезного действия турбоустановки по производству электроэнергии – 54,62%. Электрическая мощность турбоустановки – 130793 кВт. Таким образом данная модель позволила нам увеличить $\eta_{\text{ТУ}}$ на 2,5%, тем самым увеличив электрическую мощность турбоустановки до $W_{\text{э}}=130793$ (кВт/ч), по сравнению с первой моделью мощность возросла на 5%.

Характеристики турбоустановки с отключением подогревателей высокого давления и отключением подогревателей низкого давления. Расход тепла на турбоустановку по производству электроэнергии – 239476 кВт. Коэффициент полезного действия турбоустановки по производству электроэнергии – 55,87%. Электрическая мощность турбоустановки – 133781 кВт. Таким образом данная модель позволила нам увеличить $\eta_{\text{ТУ}}$ на 3,7% по сравнению с предыдущей моделью, тем самым увеличив электрическую мощность турбоустановки до $W_{\text{э}}=133781$ (кВт/ч), по сравнению с первой моделью мощность возросла на 7,2%.

Характеристики турбоустановки с включением подогревателей высокого давления и отключением подогревателей низкого давления. Расход тепла на турбоустановку по производству электроэнергии – 239476 кВт. Коэффициент полезного действия турбоустановки по производству электроэнергии – 53,27%. Электрическая мощность турбоустановки – 127569 кВт. Таким образом данная модель позволила нам увеличить $\eta_{\text{ТУ}}$ на 1,11%, тем самым увеличив электрическую мощность турбоустановки до $W_{\text{э}}=127568$ (кВт/ч), по сравнению с первой моделью мощность возросла на 2,22%.

Смоделировав технологические процессы, можно сказать о том, что отключение регенеративного подогрева питательной воды положительно сказывается на вырабатываемой электрической мощности турбоустановки. Пар на регенерацию не расходуется, что способствует увеличению пропуска пара в конденсатор, тем самым увеличив электрическую мощность турбоустановки на 19.6 %. Подогрев питательной воды же будет осуществляться уходящими газами от газовой турбины.

Источники

1. Гичёв Ю.А. Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий. Днепропетровск НМетАУ. 2012г. 63 с.
2. Ривкин С. Л., Александров А. А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. М.: Энергия, 1980. 424 с.

ИНФРАКРАСНЫЕ ОБОГРЕВАТЕЛИ

Дарья Олеговна Кортюкова¹, Алина Ринатовна Измайлова²,
Наталья Дмитриевна Чичирова³

^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹dkortyukova@gmail.com, ²zmailik10@yandex.ru, ³ndchichirova@mail.ru

Аннотация: В статье рассматривается принцип работы инфракрасных обогревателей. Системы инфракрасного отопления вполне уместно называть домашним Солнцем. Они функционируют исключительно в определенном волновом диапазоне и осуществляют нагрев не воздуха, а окружающих предметов.

Ключевые слова: инфракрасные обогреватели, поверхности, пластина, электромагнитные инфракрасные волны.

INFRARED HEATERS

Darya Olegovna Kortyukova, Alina Rinatovna Izmailova,
Nataliya Dmitrievna Chichirova

Annotation: The article discusses the principle of operation of infrared heaters. Infrared heating systems are quite appropriate to call the home Sun. They function exclusively in a certain wave range and do not heat the air, but the surrounding objects.

Key words: infrared heaters, surfaces, plate, electromagnetic infrared waves.

Инфракрасные обогреватели уникальны. Пока все остальные обогреватели нагревают воздух в помещении, они нагревают непосредственно предметы, которые в свою очередь отдают тепло в воздух. Такой вид отопления очень эффективен и экономичен (рис.1.).

Различия традиционной и инфракрасной системы отопления

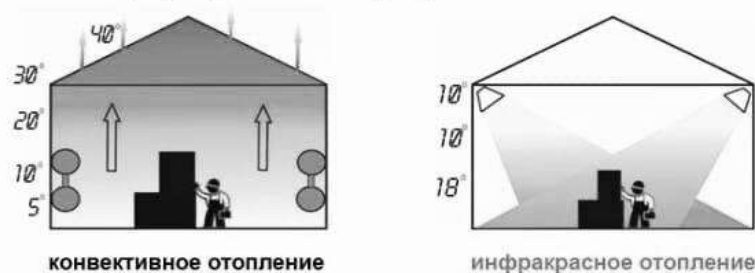


Рис. 1. Различия традиционной и инфракрасной системы отопления

При этом инфракрасные обогреватели абсолютно бесшумны и безопасны. В конструкцию обогревателя входит лампа или пластина, излучающая электромагнитные инфракрасные волны. Подобно солнечному свету они, не задерживаясь, проходят сквозь воздух, а встретив на пути препятствие – например, человека или предмет, поглощаются им, отдавая свою энергию. Такие волны абсолютно безвредны для человека и воспринимаются им как тепло (рис.2.).



Рис. 2. Инфракрасный обогреватель

Другим видом ИК обогревателей являются галогеновые и карбоновые обогреватели (рис.3.). Основным элементом галогенового обогревателя является трубка, заполненная инертным газом, излучающая в основном в инфракрасном диапазоне. Нагревательный элемент карбонового обогревателя – это углеродная нить, запаянная в герметичную кварцевую трубку. Принцип работы обоих обогревателей схож. С помощью отражателя создается очень мощный направленный световой поток, тепло от которого ощущается через несколько секунд после включения. Такие обогреватели очень экономичны и эффективны. Особенностью галогеновых обогревателей является приятное свечение, которое в темноте похоже на мерцание углей в камине. Преимуществом карбоновых обогревателей является то, что волны, излучаемые ими, благотворно влияют на здоровье человека, стимулируют кровообращение, имеют положительный эффект при лечении артритов, ревматизма, болей в ногах и спине. Плюс, ресурс карбонового нагревательного элемента – неограничен.

Общие достоинства заключаются в том, что они не создают движения воздуха, не сжигают кислород и не понижают естественную влажность помещения. В них нет движущихся частей, поэтому они не производят никакого шума. Плюс к этому, инфракрасные обогреватели очень экономичны - потребляемая мощность составляет, в среднем, около 1кВт.



Рис. 3. Галогеновые и карбоновые обогреватели

Используя инфракрасный обогреватель, можно спокойно проветривать помещение, теплый воздух улетучится, но тут же нагреется от теплых поверхностей и предметов, даже если обогреватель будет уже выключен. Инфракрасный обогреватель может отапливать помещение локально или «точечно», т.е. именно там, где находятся люди. Его можно успешно использовать в открытых помещениях – на террасах, балконах, верандах, в беседках. Инфракрасный обогреватель будет греть только Вас, а окружающий воздух останется свежим и прохладным.

Для уличного использования часто применяются газовые инфракрасные обогреватели, они оснащены горелкой и вместительным баллоном, легко монтируются и переносятся с места на место (рис.4.).

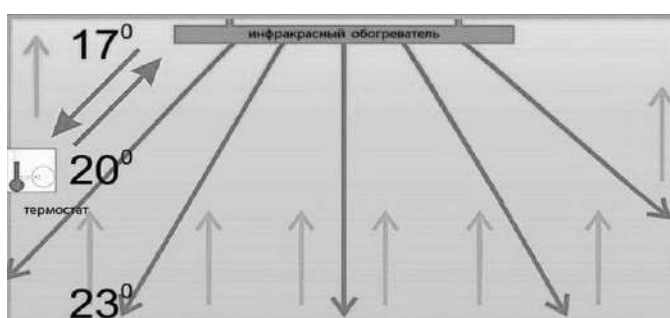


Рис. 4. Принцип работы инфракрасного обогревателя

Таким образом, всё тепловое оборудование имеет собственные области применения и отличается не только принципом действия, но и эффектом.

Источники

1. СанПиН 2.1.2.1002-00 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям».
2. Борхерт А., Юбиц В. Техника инфракрасного нагрева. М.: Госэнергоиздат, 1963. 278 с.
3. Гуревич В.З. Электрические инфракрасные излучатели. М. Л.: Госэнергоиздат, 1963. 56 с.

ОСОБЕННОСТИ ТЭС

Алия Рунаровна Миниханова¹, Алина Ринатовна Измайлова²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан
¹minihanova2002@gmail.com, ²zmailik10@yandex.ru

Аннотация: Раскрыть определение ТЭС. В статье акцентируется внимание на различиях, на принципах работы, на плюсах и минусах тепловых электростанций.

Ключевые слова: ТЭС, тепловые электростанции, ТЭЦ, топливо, турбины, теплоснабжение, тепло, энергия.

FEATURES OF TPP

Aliya Runarovna Minikhanova, Alina Rinatovna Izmailova

Annotation: Reveal the definition of TPP. The article focuses on the differences, on the principles of operation, on the pros and cons of thermal power plants.

Key words: TPP, thermal power plants, fuel, turbines, heat supply, heat, energy.

ТЭС – это тепловая электростанция, применяющая в качестве источника энергии какое-либо органическое топливо. На настоящий момент тепловые комплексы являются самым распространенным видом электростанций в мире. Классифицироваться станции этого типа могут по двум основным признакам: назначению и типу установок.

В первом случае различают ГРЭС и ТЭЦ, ГРЭС – это станция, работающая за счет вращения турбины под мощным напором струи пара.

ТЭЦ – это также довольно-таки распространенный вид ТЭС. В отличие от ГРЭС, такие станции оснащаются не конденсационными, а теплофикационными турбинами.

Помимо конденсационных и теплофикационных установок (паротурбинных), на ТЭС могут использоваться следующие типы оборудования: газотурбинные установки; парогазовые.

ТЭС – это электростанция, на которой могут использоваться турбины разного типа. Далее рассмотрим принцип работы ТЭС на примере одного из самых распространенных ее типов – ТЭЦ.

В топку одновременно поступают топливо и разогретый воздух – окислитель. Наиболее распространенное топливо на российских ТЭЦ – измельченный уголь. Тепло от сгорания угольной пыли превращает воду, поступающую в котел в пар, который затем под давлением подается на паровую турбину. Мощный поток пара заставляет ее вращаться, приводя в движение ротор генератора, который преобразует механическую энергию в электрическую.

Далее пар попадает в конденсатор, где после холодного «водяного душа» он опять становится водой. Затем конденсатный насос перекачивает ее в регенеративные нагреватели и далее – в деаэратор. Там вода освобождается от газов – кислорода и CO₂, которые могут вызвать коррозию. После этого вода вновь подогревается от пара и подается обратно в котел.

Вторая, не менее важная функция ТЭЦ – обеспечение горячей водой (паром), предназначенной для систем центрального отопления близлежащих населенных пунктов и бытового использования. В специальных подогревателях холодная вода нагревается до 70 градусов летом и 120 градусов зимой, после чего сетевыми насосами подается в общую камеру смешивания и далее по системе тепломагистралей поступает к потребителям. Запасы воды на ТЭЦ постоянно пополняются.

Преимущества ТЭС:

- Сравнительно низкий ценовой показатель теплового ресурса, в сравнении с ценовыми категориями аналогичного ресурса.

- Строительство ТЭС, а также доведение объекта до состояния активной эксплуатации задействует меньшее привлечение денежных средств.

- ТЭС может территориально быть расположена в любой географической точке.

- Стоимость топлива, вырабатываемого ТЭС, по сравнению с аналогичным дизельным, будет дешевле.

- Вырабатываемая энергии не зависит от сезонного колебания мощности, что свойственно ГЭС.

- Обслуживание и эксплуатационный процесс ТЭС характеризуются простотой.

- Технологический процесс возведения ТЭС массово освоен, что даёт возможность для их быстрого строительства, существенно экономящего при этом временные ресурсы.

- При завершении срока службы ТЭС их достаточно легко подвергнуть утилизации.

- В ходе работы происходит выделение воды и пара, что может быть задействовано для организации отопительного процесса или в иных технологических задачах.

- Являются производителями около 80-ти % всей электроэнергии страны.

– Одновременная выработка электроэнергии и осуществление тепловой подачи при длительном сроке эксплуатации делают ТЭС экономичными системами.

Недостатки ТЭС:

– Нарушение экологического равновесия и загрязнение атмосферы в процессе выброса в неё дыма и копоти, сернистых и азотистых соединений в большом количестве.

– Возникает нужда в шахтах, при создании которых происходит нарушение естественного природного рельефа.

– Нарушение теплового баланса водоёмов.

– Использование не восполняющихся природных ресурсов.

– Наличие сравнительно низкой экономичности.

– ТЭС сложно справляются с необходимостью принимать участие в покрытии переменной части суточного графика электрической нагрузки.

В связи с тем, что проблема энергетики актуальны для современности, встаёт вопросы об организации обеспечения населения электроэнергией, не допуская при этом существенных финансовых и временных затрат при сохранении благоприятной экологической обстановки. Одним из вариантов решений поставленной задачи становится строительство и эксплуатация ТЭС.

Источники

1. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции: Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1995. 416 с.

2. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов / Под ред. В.Я. Гиршфельда. М: Энергоатомиздат, 1987. 328 с.

3. Елизаров Д.П. Теплоэнергетические установки электростанций: Учебник для вузов. М.: Энергоиздат, 1982. 264 с.

4. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Под общ.ред. чл.-корр. РАН. Клименко А.В. и проф. Зорина В.М. М.: Изд-во МЭИ, 2001.

5. Теплоэнергетика и теплотехника: Общие вопросы: Справочник/Под общ.ред. чл.-корр. РАН Клименко А.В. и проф. Зорина В.М.. М.: Изд-во МЭИ, 1999.

ТЕПЛЫЙ ПОЛ

Максим Валерьевич Мишин¹, Инсаф Илнарович Галяутдинов²,
Ильнар Раилевич Аухадуллин³, Алина Ринатовна, Измайлова⁴
^{1,2,3,4}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹mmisin62@gmail.com, ²insaf2012@list.ru, ³aukhadullin2011@mail.ru,
⁴zmailik10@yandex.ru

Аннотация: В данной статье рассматриваются виды и особенности теплого пола, в качестве основного отопительного средства в доме.

Ключевые слова: отопление, теплый пол, виды теплого пола.

WARM FLOOR

Maxim Valerievich Mishin, Insaf Ilnarovich Galyautdinov, Inar Railevich
Aukhadullin, Alina Rinatovna Izmailova

Annotation: This article discusses the types and features of underfloor heating, as the main heating agent in the house.

Key words: heating, underfloor heating, types of underfloor heating.

Тёплый пол – система отопления, обеспечивающая нагрев воздуха в помещении снизу, где отопительным прибором выступает тёплый пол (настил).

Наиболее распространены электрические системы подогрева пола и водяные, подключаемые к центральной или местной системе отопления

Электрический теплый пол – наиболее распространённый вариант подогрева пола. Электрические тёплые полы, в зависимости от исполнения, бывают кабельные (как в виде отдельных электрических кабелей, так и в виде нагревательных матов с тонким кабелем на сетке), пленочные, стержневые и на основе аморфной металлической ленты. А по принципу обогрева – конвекционные и инфракрасные. Все виды тёплых полов обладают рядом экологических преимуществ по сравнению с радиаторным отоплением: антиаллергенный эффект, равномерное распределение температуры воздуха и его теплообмена по всему объёму помещения, отсутствие конвекционных потоков, связанных с разностью температур на одной горизонтальной плоскости в разных частях помещения.

Кабельный теплый пол – это современная практичная и надежная система, подходящая как для основного, так и для вспомогательного отопления помещений любого типа и размера. Проста и удобна в повседневной эксплуатации, обеспечивает исключительно высокую

теплоотдачу и не вносит диссонанс в интерьерное оформление жилища. Комплект оборудования включает в себя три базовых компонента: греющий элемент (кабель), терморегулятор, датчик.

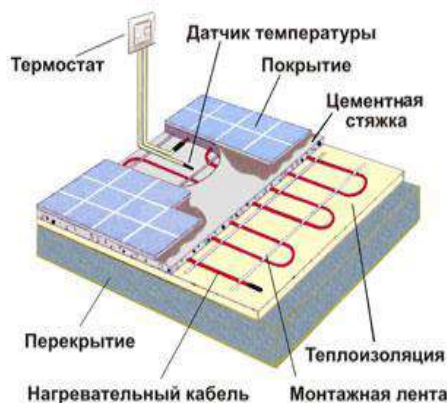


Рис. 1. Комплект оборудования кабельного теплого пола

Нагревательные маты (термоматы) – это разновидность кабельного теплого пола с более тонким кабелем. Представляют собой эластичную сетчатую конструкцию, в которой закреплен термокабель. С помощью его нагрева и происходит выделение тепла, равномерно распространяемое на всю поверхность пола. Монтаж матов происходит непосредственно в клеевую основу для напольного покрытия и не требует дополнительных расходных материалов. Полная пожаробезопасность. Изоляция нагревательного элемента происходит естественным образом при помощи клеевой основы. Малейшая возможность пожара даже в помещениях с высокой влажностью полностью исключена.

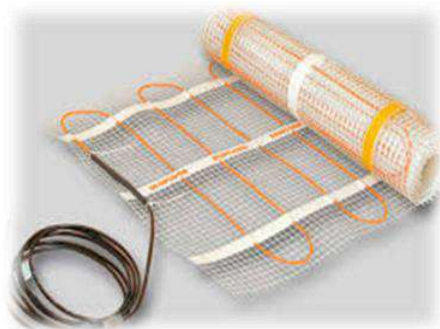


Рис. 2. Нагревательные маты

Пленочный теплый пол (Инфракрасный) – представляет собой тонкую термопленку или нагревательный кабель к которым подключают электричество, используя терморегулятор. Инфракрасный пленочный пол нагревает не воздух, а объекты, находящиеся на поверхности. Его можно использовать как основное отопление в доме, так и дополнительное. Пленочные полы бывают двух типов: Углеродные – в них нагревательный

резистивный элемент состоит из углеродных полос, параллельно соединенных и уложенных между двумя слоями полимера. Биметаллический – представляют из себя двухслойный нагревательный элемент (верхний слой из меди, а нижний из специального сплава на основе алюминия), находящийся внутри тонкой пленки из полиуретана. Общие достоинства инфракрасных обогревателей заключаются в том, что они не создают движения воздуха, не сжигают кислород и не понижают естественную влажность помещения. В них нет движущихся частей, поэтому они не производят никакого шума. Плюс к этому, инфракрасные обогреватели очень экономичны - потребляемая мощность составляет, в среднем, около 1кВт.



Рис. 3. Пленочный теплый пол

Источники

1. Пленочный теплый пол - за и против [Электронный ресурс] // Доступно по URL: <https://thermo-market.ru/articles/42> (Ссылка активна на: 29.10.2020).

2. Все про кабельный теплый пол [Электронный ресурс] // Доступно по URL: <https://thermo-floor.ru/articles/vse-pro-kabelnyj-teplyj-pol> (Ссылка активна на: 29.10.2020).

3. Какие существуют виды теплых полов [Электронный ресурс] // URL: https://stroyusnulya.ru/remontpola/kakie_sushhestvuyut_vidy_tyoplyx_polo.html (Ссылка активна на: 29.10.2020).

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ НА БАЗЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Регина Ильдаровна Рамазанова¹, Алла Григорьевна Логачева²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹ramzareg@icloud.com, ²logacheva.alla@kgeu.ru

Аннотация: В статье рассматривается существующий уровень энергоэффективности систем накопления энергии, включающих в состав аккумуляторные батареи. Основными компонентами таких систем является аккумуляторные ячейки и инверторы, осуществляющие двунаправленное преобразование рода тока. Обзор существующих технологий показал, что КПД аккумуляторных ячеек сильно меняется в зависимости от режима работы накопителя. КПД инверторов зависит от режима работы в меньшей степени и сравнительно постоянен.

Ключевые слова: электроэнергия, электроснабжение, инвертор, накопители энергии, потери энергии, аккумуляторная батарея, энергоэффективность.

ENERGY EFFICIENCY OF ENERGY STORAGE SYSTEMS BASED ON ACCUMULATOR BATTERIES

Regina Ildarovna Ramazanova, Alla Grigoryevna Logacheva

Abstract: The article discusses the current level of energy efficiency of energy storage systems that include batteries. The main components of such systems are battery cells and inverters, which carry out bidirectional conversion of the kind of current. A review of existing technologies has shown that the efficiency of battery cells varies greatly depending on the operating mode of the drive. The efficiency of inverters depends on the operating mode to a lesser extent and is relatively constant.

Keywords: electricity, power supply, inverter, energy storage, energy loss, battery, energy efficiency.

Разработка и внедрение современной технологии энергоаккумуляции являются важными и актуальными направлениями развития ЕНЭС России. Наличие энергоемких и мощных накопителей в качестве промежуточных устройств между источниками генерации энергии и потребителем позволяет освободиться от жесткого требования ежечасного соответствия генерации энергии ее потреблению.

В последние годы в мировом энергетическом секторе значительно возросло число проектов на базе электрохимических накопителей энергии, к которым относятся такие типы как литий-ионные, натрий-серные, никель-кадмиевые, кислотные-свинцовые, бромно-цинковые, воздушные и водородные накопители. Анализ проектов базы данных *DOE Global Energy Data base* [1] за период с 2011 по 2020 год по химическим накопителям

показал, что наибольшее число внедрений получили литий-ионные накопители. На рисунке представлено количество проектов с литий-ионными накопителями, введенных в эксплуатацию в мире с 2011 по 2020 годы.



Количество энергетических проектов на литий-ионных аккумуляторах, введенных в эксплуатацию в мире с 2011 по 2020 годы

При этом, как и для любого энергетического комплекса, важной характеристикой накопителя является его КПД. Рассматривая литий-ионный накопитель, можно сказать, что основными элементами, влияющими на его КПД, являются непосредственно аккумуляторные ячейки и инвертор – устройство, осуществляющее преобразование тока в процессе зарядки и разрядки накопителя. У маломощных литий-ионных аккумуляторов, применяемых в бытовой и компьютерной технике, суммарный КПД достигает 95-97% [2], то есть практически вся энергия, затраченная при заряде, будет возвращена при подключении нагрузки. В установках большей мощности (транспорт, промышленные установки) КПД накопителей на литий-ионных аккумуляторах, согласно исследованиям разных авторов, может находиться в пределах 23 – 94% [3].

Энергоэффективность аккумуляторных ячеек зависит от выбора соединения химических элементов, качества сборки, стабильности электролита, емкости, температуры эксплуатации, глубины разряда. В составе суммарного КПД системы «аккумуляторная ячейка-инвертор» именно КПД ячейки сильно зависит от режима работы накопителя (глубина разряда, длительность циклов заряд-разряд), обусловленных характером решаемой задачи – регулирование частоты, сглаживание графика нагрузки, интеграция возобновляемой генерации в сеть и т.д.

Эффективность инвертора в основном зависит от архитектуры инвертора, алгоритмов управления силовыми ключами и применяемой элементной базы и практически не зависит от характера задачи. В таблице приведены данные о КПД инверторов разных производителей [4].

Таблица

КПД инверторов разных производителей

Марка инвертора	МАП SINE (Россия)	Outback (США)	Xantrex(Канада)	Schneider Electric (Франция)	Viction Energy (Голландия)	StuderXtender (Швейцария)	Rich Electric (Тайвань)	SMA (Германия)
КПД, %	92-96	90-93	94-95,6	90-92	92-95	91-96	82-89	95,8

Сегодня инверторные аппараты производятся по двум разным полупроводниковым технологиям: IGBT, MOSFET. Транзисторы MOSFET, по сравнению с IGBT, имеют большие вес и габариты и стоят дешевле. Зависимости потерь в проводящем состоянии MOSFET и IGBT определяют, что электрический ток, который приводит к максимальной допустимой температуре, сильнее возрастает при увеличении допустимой мощности $P_{\text{пров}}$. Для MOSFET доп пропорционален $(P_{\text{пров}})^{0,5}$, а для IGBT $I_{\text{доп}}$ пропорционален $(P_{\text{пров}})^{0,7}$ [5].

Источники

1. The DOE Global Energy Storage Data base <https://www.sandia.gov/ess-ssl/global-energy-storage-database/> [Электронный ресурс] Доступно по URL: //www.sandia.gov/ess-ssl/global-energy-storage-database/ (ссылка активна на: 26.10.2020).
2. Литий-ионные аккумуляторные батареи [Электронный ресурс]/ Доступно по <https://www.apc.com/ru/ru/campaign/lithium-ion-ups.jsp> (Ссылка активна на: 26.10.2020).
3. Michael Schimpea, Maik Naumanna, Nam Truonga, Holger Hessea, Shriram Santhanagopalanb, Aron Saxonb, Andreas Jossen. Energy efficiency evaluation of a stationary lithium-ion battery container storage system via electro-thermal modeling and detailed component analysis. Preprint submitted to Applied Energy. October 17, 2017. –170-174 p.
4. Инверторы – обзор конструкций. [Электронный ресурс]. Доступно по URL: <http://www.invertor.ru/obzor.html> (Ссылка активна на: 26.10.2020).
5. IGBT Characteristics. [Электронный ресурс] Application Note AN-983.IR, 2012.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

Станислав Радикович Сaitов¹, Надежда Андреевна Кириллова²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ» г. Казань

¹saapel@mail.ru, ²nadusha_kirillova_96@mail.ru

Аннотация: В настоящее время коммунальные бытовые отходы утилизируются очень просто – мусор складывается на специальных полигонах под открытым небом. Подобное решение является безответственным и экологически опасным. Отсрочка решения об утилизации отходов лишь усиливает экологическое и социальное напряжение и делает последствия все более необратимыми.

Ключевые слова: переработка мусора, мусоросжигание, утилизация.

MODERN PROBLEMS OF WASTE DISPOSAL IN LARGE CITIES

Stanislav Saitov Radikovich, Nadezhda Andreevna Kirillova

Annotation: Currently, municipal waste is disposed of very simply - garbage is stored in special landfills under the open sky. Such a decision is irresponsible and environmentally hazardous. Delaying the decision to dispose of waste only increases environmental and social tensions and makes the consequences increasingly irreversible.

Key words: garbage recycling, waste incineration, recycling.

Мусор – это серьезная экологическая проблема, которая может стать необратимой. На сегодняшний день существует три способа обращения с бытовыми отходами:

- захоронение на полигонах (рис.1.);
- термическая обработка или мусоросжигание;
- сортировка и переработка мусора.

На данный момент в России перерабатывается 5-7% мусора, остальное захоранивается [1]. В результате исследования счетной палаты РФ выяснилось, что к 2024 году в 32 регионах страны закончатся места складирования бытовых отходов, а в некоторых регионах эта проблема возникла уже сейчас. Для решения этой проблемы было инициировано строительство четырех мусоросжигательных заводов в Москве и одного в Казани.

Мусоросжигательные заводы предназначены для утилизации бытовых отходов под воздействием высоких температур. К мусоросжиганию относятся по-разному: одни говорят, что за этим будущее ведь такие заводы работают в самых развитых странах мира, другие – что

это неприемлемо из-за большого вреда для окружающей среды и здоровья человека.



Мусорный полигон «Северная Самарка»

Строительство мусоросжигательных заводов спровоцирует две проблемы:

– Экологическую, так как в России нет независимой системы контроля и поэтому нет уверенности в правильности использования технологий при строительстве и эксплуатации мусоросжигательных заводов;

– Системную, так как сам факт сжигания мусора противоречит идеи циклической экономики.

Действительно, мусоросжигательные заводы лучше полигонов, но при сжигании мусора цикл повторного использования ресурсов прерывается, именно поэтому в Европе призывают сократить количество сжигаемого мусора и вместо этого увеличить объемы переработки и повторного использования.

В настоящее время не весь мусор поддается переработке, но технологии быстро развиваются, поэтому «сырье» которое мы не можем переработать сегодня, желательно отложить до лучших времен.

Утилизация мусора может быть безопасна только при тщательной сортировке отходов. Многие эксперты считают [2], что спешить со строительством мусоросжигательных заводов не стоит, по крайней мере, пока в нашей стране не отладят отдельный сбор мусора и его переработку.

Эксперименты по отдельному сбору отходов показали, что население готово к участию в отдельном сборе мусора и постепенно включается в данный процесс [3].

Для жителей России несомненно нужно прививать культуру сортировки мусора, а для товаропроизводителей изменить

законодательство таким образом, чтобы они несли ответственность за выпуск не перерабатываемой продукции.

Такие меры могут стать альтернативой сжигания мусора и сократят его объемы.

Источники

1. Преликова Е.А., Юшин В.В., Вертакова Ю.В. Эколого-экономические приоритеты раздельного сбора отходов // Лесотехнический журнал. 2019.

2. Кулешов М.И., Беляева В.И., Кожевников В.П., Погонин А.А., Мочалин А.А. Повышение экологической безопасности систем теплоснабжения // Экология и промышленность России. 2012. № 7.

3. Ильиных Г.В., Слюсарь Н.Н., Коротаев В.Н., Соколова Н.В. Раздельный сбор отходов. Основные результаты эксперимента: Твердые бытовые отходы. Отраслевые ведомости (Москва).

Секция 4. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.14

ИНСТРУМЕНТЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Иветта Константиновна Будникова
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
ikbudnikova@yandex.ru

Аннотация: Рассматриваются отдельные инструменты системы Moodle, которые показали практические результаты в условиях дистанционного обучения.

Ключевые слова: анкетный опрос, дедлайн, дистанционное обучение.

DISTANCE LEARNING TOOLS

Ivetta Konstantinovna Budnikova

Annotation: Individual Tools of the Moodle system, which have shown practical results in distance learning conditions, are considered.

Keywords: questionnaire, deadline, distance learning.

Все большее распространение получает новый формат обучения в цифровой среде, как дистанционное обучение (*distance learning*), то есть обучение с использованием дистанционных образовательных технологий, реализуемых в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и преподавателей.

Применение электронных образовательных технологий в России регулирует ряд нормативно-правовых актов [1,2].

Дистанционные курсы, разработанные с использованием средств системы дистанционного обучения *Moodle* могут включать в себя ряд инструментов, среди которых:

- электронные курсы (интерактивные, слайдовые, презентации),
- электронные тесты (учебные и оценочные),
- электронные книги,
- видео - и аудио-контент,
- проведение вебинаров и просмотр их записей,
- блоги, форумы, опросы, формы обратной связи.

Moodle отличается гибкой схемой наполнения материала, что позволяет организовать различные педагогические сценарии обучения.

В условиях дистанционного обучения важна организация обратной связи с обучающимися в разном формате с целью оперативного

реагирования на структуру и содержание процесса обучения.

Для этих целей был выбран онлайн-сервис *Google Forms* совместимый с *Moodle*, преимущества которого:

- возможность работы через мобильные устройства (*Google Forms* адаптированы под мобильные устройства);
- понятность (*Google Forms* собирают и профессионально оформляют статистику по ответам, можно сразу приступить к анализу результатов);
- возможность оперативно контролировать и оценить результаты обучения.

В данной работе был проведен опрос обучающихся по актуальным вопросам обучения, в том числе по темам:

1) удобна ли структура изложения курса по учебным модулям (рис.1а);

2) как оценивается информативность учебного материала по изучаемой дисциплине, насколько широко и полно освещены фундаментальные и прикладные аспекты, современные актуальные проблемы и новейшие подходы к их решению (рис.1б)

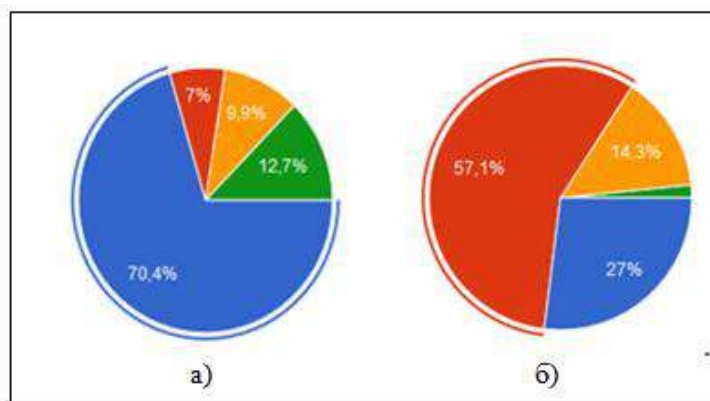
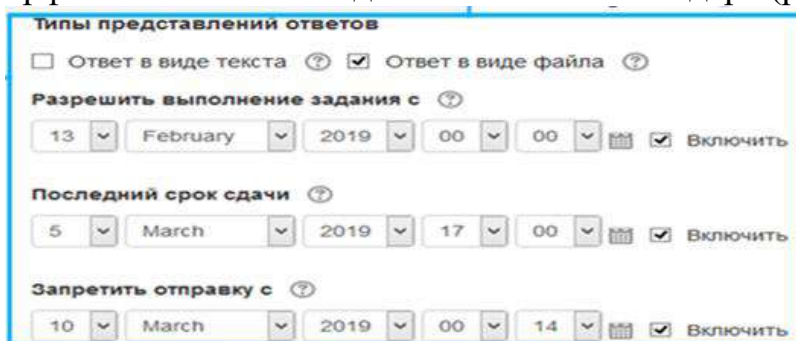


Рис. 1. Результаты анкетного опроса:
а) да – 70,4%; б) отлично – 57,1%, хорошо – 27%

Очень важно в условиях дистанционного обучения организовать четко по графику отчетность по результатам самостоятельной работы обучающихся. Для этих целей был установлен дедлайн по каждому виду работ, который указывается в соответствующих разделах модулей (рис.2).

При внесении информации о событиях в рамках дистанционного курса, данное событие отображается во всех календарях пользователей системы дистанционного обучения *Moodle*, зарегистрированных на данный дистанционный курс.

Для удобства пользователя системы дистанционного обучения Moodle в интерфейс системы был добавлен блок Календарь (рис.3).



The image shows a Moodle settings form titled "Типы представления ответов" (Answer presentation types). It includes three sections for setting due dates:

- Разрешить выполнение задания с** (Allow task completion from): 13 February 2019 00:00. A "Включить" (Enable) checkbox is checked.
- Последний срок сдачи** (Last due date): 5 March 2019 17:00. A "Включить" (Enable) checkbox is checked.
- Запретить отправку с** (Prohibit submission from): 10 March 2019 00:14. A "Включить" (Enable) checkbox is checked.

Рис. 2. Пример установки дедлайн

При наступлении конкретного события пользователь системы дистанционного обучения Moodle получает соответствующее сообщение, которое напоминает о сроках выполнения и сдачи заданий.

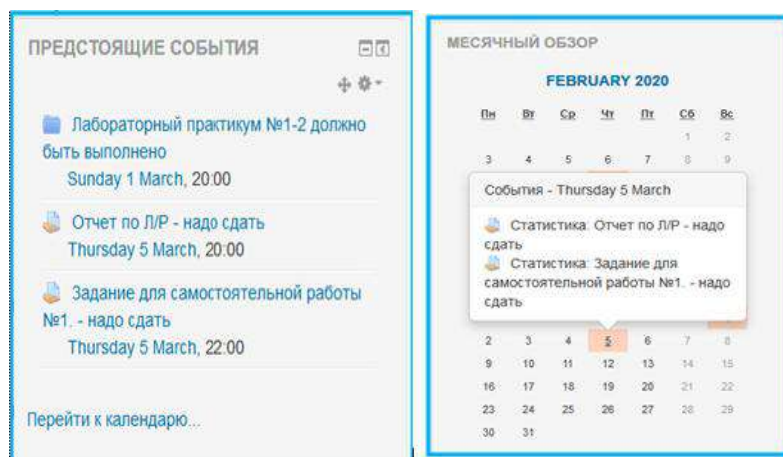


Рис. 3. Информация о времени сдачи выполненных работ

Хорошо спланированный график индивидуальной работы является стимулом, который побуждает обучающихся к систематической работе в течение семестра в условиях дистанционного обучения.

Источники

1. ГОСТ Р 55751-2013 НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. Информационно-коммуникационные технологии в образовании.

2. Приказ Минобрнауки РФ от 23 августа 2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА ИЗДЕЛИЯ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Юрий Андреевич Егоров
ФГОУ «Мваа», г. Санкт-Петербург
yurij.egorov.1984@mail.ru

Аннотация: Любой процесс протекает с максимальной эффективностью в специально созданной для этого организационной системе. В настоящее время управление жизненным циклом изделия военной техники осложнено отсутствием государственного стандарта, регламентирующего порядок определения состава комплекса учебно-тренировочных средств. С появлением методики оценки человеко-машинного интерфейса изделия военной техники появляется возможность оптимизации комплекса учебно-тренировочных средств освоения изделия военной техники.

Ключевые слова: Прогнозирование качества, изделие военной техники, средства освоения, учебно-тренировочные средства, тренажёр.

METHODOLOGY FOR EVALUATING THE HUMAN-MACHINE INTERFACE OF MILITARY EQUIPMENT PRODUCTS

Yuri Andreevich Egorov

Annotation: Any process proceeds with maximum efficiency in a specially created organizational system. Currently managing the life cycle of military equipment is complicated by the lack of a national standard governing the composition of complex training tools. With the advent of the methodology for evaluating the human-machine interface of a military equipment product, it becomes possible to optimize the complex of training tools for mastering a military equipment product.

Keywords: Quality forecasting, military equipment product, development tools, training tools, simulator.

Одной из тенденций развития военной техники (ВТ) является автоматизация технологических процессов за счёт широкого внедрения компьютерных технологий. Освобождая человека от стереотипных операций, автоматизация одновременно повышает его роль, как звена СЧМ [1]. Вероятность своевременного и точного выполнения алгоритма деятельности оператором зависит не только от его профессиональной подготовленности, но и человеко-машинного интерфейса (ЧМИ) [2].

В целях оценки качества проектирования ЧМИ разработана методика, представленная на рис.

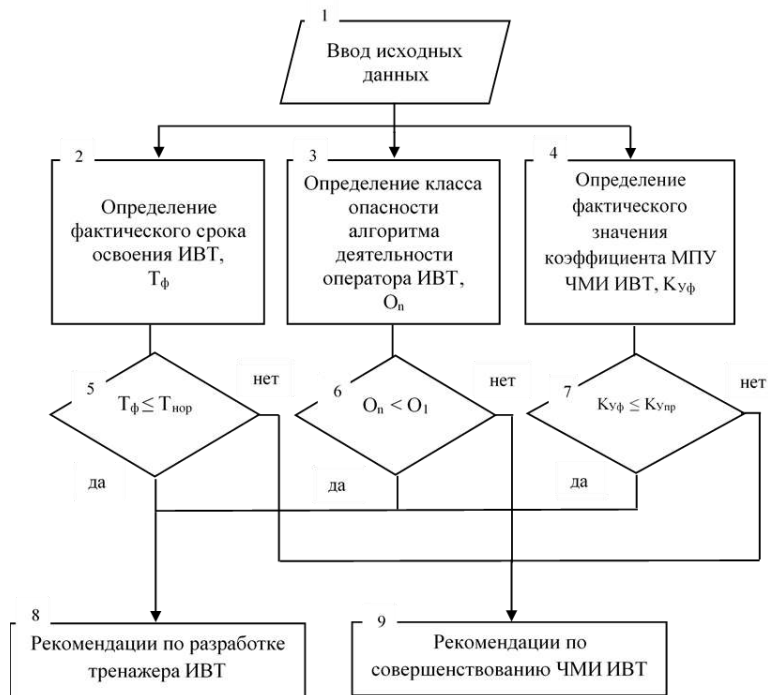


Схема методики оценки ЧМИ образца ИВТ

Исходными данными являются: нормативный срок освоения изделия военной техники (ИВТ), прогнозное значение коэффициента межпроектной унификации (МПУ) ЧМИ, перечень классов опасности алгоритмов деятельности оператора ИВТ, характеризующий их аварийность.

Методика содержит три расчетных блока.

В начале оценивается фактический срок освоения ИВТ $T_{\text{ф}}$ с использованием эргономического стенда или опытного ИВТ, который в последующем сравнивается с нормативным сроком освоения ИВТ $T_{\text{нор}}$. Если $T_{\text{ф}}$ не удовлетворяет требованию, то проводится корректировка ЧМИ ИВТ. В третьем блоке путем проведения экспертного опроса определяется класс опасности алгоритмов деятельности оператора ИВТ. В шестом блоке проводится оценка алгоритмов деятельности. Если ЧМИ содержит алгоритмы, неправильное и (или) несвоевременное выполнение которых приводят к аварийным ситуациям класса O_1 или аварии, то проводится корректировка ЧМИ. В четвертом блоке определяется фактическое значение коэффициента межпроектной унификации ЧМИ $K_{\text{уф}}$.

Таким образом предлагаемая методика должна позволить:

- повысить качество деятельности операторов при эксплуатации ИВТ во всех предусмотренных режимах и условиях;
- сократить количество отказов техники, аварий и катастроф, обусловленных ошибочными или нерациональными действиями операторов;

– сократить сроки и повысить качество освоения ИВТ операторами [3];

– организовать управление разработкой средств освоения ИВТ;

– исключить необоснованного расширения номенклатуры ИВТ [4].

Разработанную методику предполагается использовать на этапе технического проектирования ИВТ для определения необходимости разработки специальных средств для подготовки (тренировки) операторов и, при необходимости, подготовки технического задания (ТЗ) на создание таких средств.

Источники

1. Щулипенко Д.Л., Рытов А.В., Козиков А.Ю., Ситников С.П., Войнаш А.В., Михеев А.Ю. К вопросу о создании межвидового центра боевой подготовки // Поволжской НПК «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве»: сб. матер. Казань. 2017. Т. 1. 51-60 с.

2. ГОСТ МЭК 60447-2000 Интерфейс человеко-машинный. Принципы приведения в действие. М: Стандартинформ. 2001. 4с.

3. ГОСТ РВ 0029-00.002-2018 Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения. Эргономическое обеспечение. Основные положения. М: Стандартинформ, 2019. 8 с.

4. ГОСТ РВ 0015-001-2011. Система разработки и постановки на производство военной техники. Основные положения. М: Стандартинформ, 2012. 2 с.

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ СРЕДСТВ ОСВОЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Юрий Андреевич Егоров
ФГОУ «МВАА» г. Санкт-Петербург
yurij.egorov.1984@mail.ru

Аннотация: В результате проведенных исследований установлено, что противоречие между необходимостью повышения эффективности освоения изделий военной техники и отсутствием необходимых материально-технических условий, в ряде случаев, вызвано не только существующими экономическими ограничениями, но и несовершенством организации разработки средств освоения изделий военной техники.

Ключевые слова: Изделие военной техники, комплекс учебно-тренировочных средств, тренажёр.

METHODOLOGY FOR JUSTIFICATION OF DEVELOPMENT FUNDSARTICLES OF MILITARY EQUIPMENT

Yuri Andreevich Egorov

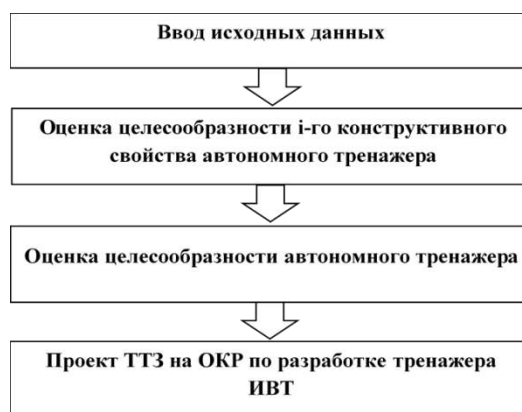
Annotation: As a result of researches it is established that the contradiction between the need of increase of efficiency of development of products of military equipment and the lack of necessary material and technical conditions, in some cases, not only due to existing economic constraints, but also by imperfection of development tools development of products of military equipment.

Keyword: A product of military equipment, a set of training facilities, a simulator.

Под средствами освоения изделия военной техники (ИВТ) в статье понимается комплекс учебно-тренировочных средств (УТС)[1], включающий само ИВТ и тренажер его освоения. Указанные изделия вносят основной вклад в формирование навыков управления ИВТ и стоимость обучения специалистов. В настоящее время, отсутствует механизм оптимизации проектных решений при обосновании комплекса УТС, что существенно оказывает влияние на конечную стоимость обучения специалистов [2].

В целях обоснования состава комплекса УТС и тренажера ИВТ, структурная схема которой представлена на рисунке.

Исходными данными являются: специфика освоения ИВТ; стоимость средств освоения изделий-аналогов рассматриваемого ИВТ; перечень показателей, характеризующих конструктивный облик комплекса УТС.



Алгоритм методики обоснования средств освоения ИВТ

Оценка целесообразности i -го конструктивного свойства тренажера ИВТ осуществляется на основе классификации, предложенной в [3]; применение экспертных методов и моделей затрат на реализацию альтернатив.

Заключение о целесообразности автономного тренажера осуществляется на основе оценки класса опасности алгоритмов деятельности ИВТ, а также моделей затрат на реализацию планов обучения специалистов с использованием автономного тренажера [4], ИВТ и ИВТ с функцией «встроенный тренажер»[5].

Разработанная методика реализует систему оценивания качества УТС на стадии «исследование и обоснование разработки»; позволяет управлять разработкой средств освоения ИВТ.

Источники

1. ГОСТ РВ 52534-2006 Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения. Эргономическое обеспечение. Основные положения. М: Стандартинформ, 2006. 1 с.
2. Халин А.Ф. Концепция развития комплекса УТС освоения ВВСТ// Международный научно-практический журнал Программные продукты и системы.2018. №1, 177 с.
3. Щулипенко Д.Л., Рытов А.В., Козиков А.Ю., Ситников С.П., Войнаш А.В., Михеев А.Ю. К вопросу о создании межвидового центра боевой подготовки // Поволжской НПК «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве».:сб. матер. Казань. 2017.Том 1. 51-60 с.
4. ГОСТ РВ 0169-001–2010.Тренажёры изделий военной техники. Термины и определения. М: Стандартинформ, 2011. 2с.

5. ГОСТ 26387-84. Система «Человек-машина». Термины и определения. М: Стандартиформ, 2005. 3 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ КЛАССИЧЕСКИХ ДИДАКТИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Галина Владимировна Завада¹, Мария Валерьевна Реймер²
¹ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, ²КГУ им. К.Циолковского, г. Калуга
¹g.zavada@mail.ru, ²m.castkina@mail.ru

Аннотация: В представленной статье авторы предлагают рассмотреть наполнение дидактических принципов классических моделей обучения в сложившейся ситуации доминирования дистанционного обучения. Отмечается в частности, что в полной мере не реализуется ключевой принцип личностной модели – социальная ориентированность обучения через сотрудничество.

Ключевые слова: модель обучения, личностная модель обучения, дидактический принцип, дистанционное обучение.

IMPLEMENTATION OF CLASSICAL DIDACTIC PRINCIPLES IN THE CONTEXT OF DISTANCE LEARNING

Galina Vladimirovna Zavada, Maria Valerievna Reimer

Annotation: In the article, the authors propose to consider the content of the didactic principles of classical learning models in the current situation of distance learning dominance. It is noted in particular that the key principle of the personal model – social orientation of learning through cooperation-is not fully implemented.

Keywords: learning model, personal learning model, didactic principle, distance learning.

Еще год назад при анализе вопроса о применении дистанционного обучения в вузе мы бы обнаружили, что основная масса научных публикаций по этой теме связана с описанием личного преподавательского опыта по внедрению разработанного дистанционного курса, модели, например «смешанного обучения» и т.п. Авторы подчеркивали, что основной инновационности в развитии современной системой образования являются информационные технологии, даже отмечали зачастую, что традиционные образовательные технологии себя исчерпали. Ситуация 2020 года поставила проблематику дистанционного обучения на совершенно иной уровень: способно ли оно заменить полностью традиционное образование, и какое качество образования оно в таком случае дает?

На наш взгляд, для изучения этого вопроса необходимо проанализировать реализацию классических моделей образовательного процесса в сложившихся условиях. Среди таких моделей, в частности выделяют: знаниевую, деятельностную, проблемную, личностную [1],

можно добавить сюда компетентностную, которая, по сути, является некоторой трансформацией деятельностной [2]. Исследователи отмечают, что все эти модели обучения сопряжены; идеальным (и самым широким, включающим в себя остальные) вариантом модели обучения является личностная, при которой студент является субъектом жизнедеятельности.

Якиманская И.С., еще в начале 90-х годов, описывая сущность личностно-ориентированного обучения и описывая основные требования к разработке дидактического обеспечения такой модели обучения, отмечала обязательность учета в организации обучения самобытности, самооценности обучающегося, наполнение обучения личностными смыслами, ценностями, отношением, зафиксированными в его субъектном опыте [3].

Та модель организации образовательного процесса, с которой вся система образования столкнулась, не позволяет в полной мере реализовать ключевой принцип личностной модели – социальная ориентированность обучения через сотрудничество. Основными вариантами реализации сотрудничества в обучении является организация работы групп, кооперация или коллаборация в обучении [4]. При таком обучении нужен совместный поиск информации, оперативное обсуждение поставленных и появляющихся проблем, дискуссия. Дистанционное обучение в этом случае может выступать только как помощник, создающий быстрый доступ к различным научным и образовательным ресурсам. Чтобы полноценно реализовывать отмеченный дидактический принцип, нужны информационные технологии совершенно нового уровня.

Важным является положение о том, что при реализации личностной модели должен происходить ценностный сдвиг на личность и механизмы самореализации, саморазвития, адаптации, саморегуляции, самозащиты, самовоспитания, необходимые для становления самобытного человека, творческого специалиста. Высшее образование должно максимально использовать собственные ресурсы для создания условий реализации личностного потенциала обучающихся, что соответствует обязательности реализации принципа интеграции видов деятельности и ресурсов [5].

Источники

1. Абакумова И.В., Фоменко В.Т. Дидактические модели образовательного процесса // Интеграция образования. 2000. №3. С.9-13.
2. Кудаков О.Р., Матушанский Г.У., Кудаков О.Р., Завада Г.В. // Теоретико-методологические аспекты применения компетентностного

подхода в высшем профессиональном образовании: Монография. Казань: КГЭУ, 2010. 136 с.

3. Якиманская И.С. Разработка технологии личностно-ориентированного обучения // Вопросы психологии. 1995. №2. С.31-41.

4. Гыязов А.Т. Обоснование современных моделей личностно-ориентированного обучения в условиях непрерывного образования // Санкт-Петербургский образовательный вестник. 2017. №9-10 (13-14). С. 4-9.

5. Железкина И. И. Миссия современной высшей школы в контексте личностно ориентированного подхода // Вестник БГУ. 2012. №1 (2). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/missiya-sovremennoy-vysshey-shkoly-v-kontekste-lichnostno-orientirovannogo-podhoda> (дата обращения: 27.10.2020)).

САМООРГАНИЗАЦИЯ И САМООБРАЗОВАНИЕ СТУДЕНТА В ФОРМАТЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Резида Гулюсовна Зялаева
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
dzidra11@mail.ru

Аннотация: В статье рассматриваются самоорганизация и самообразование как ключевые компетенции готовности студента к самостоятельной работе в условиях дистанционного формата обучения.

Ключевые слова: дистанционное обучение, самоорганизация, самообразование.

SELF-ORGANIZATION AND SELF-EDUCATION OF THE STUDENT IN DISTANCE LEARNING FORMAT

Rezida Gulusovna Zyalaeva

Annotation: The article considers self-organization and self-education as the key competencies of a student's readiness for independent work in the conditions of distance learning.

Keywords: distance learning, self-organization, self-education.

В условиях распространения коронно-вирусной инфекции в системе высшего образования актуализировалась проблема готовности студентов к самостоятельной работе в формате удаленного обучения. В решении заявленной проблемы на первый план выдвигается уровень сформированности у студентов таких компетенций как самоорганизация и самообразование. Сформированность этих компетенций позволяет реализовать потенциал дистанционного обучения:

- мобильность в организации процесса обучения (вне зависимости от географического местонахождения),
- индивидуальный подход в организации процесса обучения (использование видеозаписей лекционных, семинарских занятий),
- расширение границ в реализации индивидуальных образовательных потребностей (самообразование с использованием образовательных платформ вуза, *on-lie*n курсов дистанционного образования, обучающих вебинаров).

Следует подчеркнуть, дистанционная форма обучения эффективна для социально зрелой личности с присущими ему такими качествами как высокий уровень учебной мотивации, дисциплинированность,

ответственный подход к обучению, личностная мобильность. В случае несформированности у студента выше заявленных качеств в формате дистанционного обучения преподаватели сталкиваются с такими проблемами как:

- затруднения в исполнении контрольной функции для обеспечения максимально возможной включенности студентов в образовательный процесс;

- несамостоятельность исполнения заданий, что порождает проблему объективности оценки результатов обучения;

- не выраженность эмоциональной составляющей в процессе дистанционного взаимодействия создает психологический дискомфорт, что мешает выстроить партнерские отношения между преподавателем и студентом;

- низкий уровень навыков и культуры использования информационно-коммуникативных технологий, отсутствие критического отношения к информации;

- психологическая установка в педагогическом сопровождении процесса самообразования.

Для преподавателя, стремящегося сформировать у студентов навыки самообразования и самоорганизации, важно помнить о следующих актуальных концепциях преподавания:

- педагогика сотрудничества, где преподаватель и студент являются равноправными субъектами образовательного процесса;

- развивающее обучение, направленное на развитие всей совокупности качеств личности, т.е. реализация максимального количества возможностей студента;

- проблемное обучение, направленное на самостоятельный поиск новых понятий и способов действия и формирующее личностную мотивацию студента, его познавательные способности;

- Личностно-ориентированный подход к обучению, предполагающий создание ситуации успеха для каждого студента, создание индивидуальной траектории развития каждого из обучающихся[1].

В основу формирования готовности студентов к самостоятельной работе заложено изучение форм, методов, технологий и средств самоорганизации и самообразования. Данное обстоятельство определяет значимость дисциплины «Технологии самоорганизации и самообразования» предусмотренной в программе подготовки специалистов в «Казанском государственном энергетическом университете».

Обучение строится на активном практическом подходе для раскрытия потенциала личности студента в процессе учебной деятельности. Так на примере темы семинарского занятия «Техники целеполагания и планирования деятельности» студенты выполняют задание с применением метода Альпы, матрицы Эйзенхауэра, метода Ганта, хронометража. Рассматриваемые методы используются студентами как алгоритм проектирования процесса самоорганизации учебной деятельности. На первоначальном этапе в процессе планирования у ряда студентов наблюдается неумение в расстановке приоритетов, отсутствие понимания что важно и первостепенно, а что второстепенно, перегруженность рабочего времени. В рамках темы семинарского занятия «Техники контроля и анализа продуктивности деятельности» осваивается алгоритм процесса самообразования. Среди трудностей, с которыми сталкиваются студенты можно отметить сложности в постановке целей, их реалистичность и измеримость достижения. И что наиболее важно в понимании ценности самообразования как возможности выйти за пределы программы обучения, формирование творческой личности, в самостоятельном поисковом размышлении, в свободном усвоении избранной области знания.

Источники

1. Павлова В.А. Формирование навыков самоорганизации и самообразования студентов технических вузов // Человек и образование №4 (29). М. 2011. С. 115-117.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Александр Юрьевич Козиков¹, Андрей Юрьевич Михеев²
^{1,2}ФГОУ «МВАА», г. Санкт-Петербург
^{1,2}kozikov78@mail.ru

Аннотация: Современный период развития общества характеризуется мощным влиянием на него компьютерных технологий, которые проникают во все сферы человеческой деятельности, обеспечивают распространение информационных потоков в обществе, образуя глобальное информационное пространство. Неотъемлемой и важной частью этих процессов является компьютеризация образования, в том числе военного, ориентированного на вхождение в мировое информационно-образовательное пространство.

Ключевые слова: контроль знаний, образовательный процесс, подготовка специалистов.

WAYS TO IMPROVE STUDENT KNOWLEDGE CONTROL

Alexander Yuryevich Kozikov, Andrey Yuryevich Mikheev

Annotation: The modern period of development of society is characterized by the powerful influence of computer technologies on it, which penetrate into all spheres of human activity, ensure the distribution of information flows in society, forming a global information space. An integral and important part of these processes is the computerization of education, including military, oriented towards entering the world information and educational space.

Keywords: knowledge control, educational process, training of specialists.

В настоящее время в Вооруженных силах России идет становление новой системы образования, как высшего, так и средне-профессионального. Этот процесс сопровождается существенными изменениями в педагогической теории и практике образовательного процесса, связанными с внесением корректив в содержание технологий обучения, которые должны быть адекватны современным техническим возможностям, и способствовать гармоничному вхождению обучаемого в информационное общество. Компьютерные технологии призваны стать не дополнительным «довеском» в обучении, а неотъемлемой частью целостного образовательного процесса, значительно повышающей его эффективность. Особое значение эта часть образовательного процесса имеет при подготовке специалистов среднего военного звена управления – сержантского состава с дипломом техника.

Контроль знаний с помощью компьютера – это область, вокруг которой проходит много дискуссий [1]. Многие педагоги и психологи

пытаются аргументировано ответить на вопрос: может ли «бездушная» машина оценить знания обучающихся? Однако, на практике общепризнано, что использование компьютера помогает преподавателю сократить рутинную, малоинтересную работу по проверке тестов, контрольных работ, определенных положений нормативных и руководящих документов, что позволяет проводить контроль чаще и снизит фактор субъективности, на который часто жалуются обучающиеся.

Контролирующие, обучающие и комбинированные программы (контролирующие с элементами обучения, контролирующие игровые, моделирующие с элементами контроля и др.) следует разрабатывать с учетом рекомендаций педагогической кибернетики для каждого уровня подготовки руководящих кадров и специальностей [2]. Дидактические программы должны обладать определенным «интеллектом», при этом качественные контролирующие программы, как правило:

- используют компьютерную графику в информационных и контрольных кадрах;
- позволяют оперативно изменять содержание учебного курса с помощью меню;
- обеспечивают возможность изменения трудности заданий;
- позволяют обучающемуся работать в индивидуальном темпе;
- являются открытыми системами, что позволяет их легко модернизировать.

Важной характеристикой «интеллекта» программы является возможность автоматически анализировать ответы обучающихся. Интеллектуальная программа позволяет автоматически или автоматизировано генерировать задания из базы данных с помощью датчика случайных чисел. В этом случае контроль становится более объективным, так как разные обучающиеся получают разные задания. Кроме того, учитывая более низкие требования к объему знаний и уровню подготовки специалистов среднего профессионального образования можно задать такой банк данных, который бы позволил ориентировать указанных специалистов на решение большего числа прикладных практических задач, обеспечивающих квалификационные требования к выпускникам учебного заведения. Таким способом минимизируются затраты рабочего времени экзаменатора и расширяется круг проверяемых знаний и умений, охватывая все изучаемые темы и учебные вопросы на определенной стадии обучения.

В традиционной системе обучения контроль знаний на экзамене проводится с помощью нескольких вопросов. Обычно в билете два-три

основных вопроса плюс несколько дополнительных. Полученные обучающимися оценки за ответы на эти вопросы, распространяются и на не проконтролированные разделы учебного материала. В результате традиционная система не в полной мере позволяет проконтролировать степень обученности курсантов по всему курсу обучения.

Таким образом, система компьютерного контроля позволяет реализовать более эффективную технологию контроля знаний по всему пройденному материалу, не заботясь об экономии времени на проверку.

Источники

1. Антипова М.В. Формы организации обучения. Форма организации обучения. М :МарГТУ, 2011.16 с.

2. Проектирование основных образовательных программ вуза при реализации уровневой подготовки кадров на основе федеральных государственных образовательных стандартов / под ред. С.В. Коршунова. М.: МИПК МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 212 с.

ВВОДНЫЙ КОНТРОЛЬ, КАК ОЦЕНКА ИСХОДНОГО УРОВНЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Александр Юрьевич Козиков¹, Алексей Владимирович Новичков²,
Ольга Евгеньевна Новичкова³
^{1,2,3}ФГОУ «МВАА», г. Санкт-Петербург
^{1,2,3}kozikov78@mail.ru

Аннотация: В данной статье рассматривается одна из классификаций видов контроля. Перечисляются формы контроля. А также представлен один из вариантов входного тестирования, использующийся при вводном контроле и диагностировании исходного уровня знаний обучающихся.

Ключевые слова: обучение, контроль, усвоение материала, входное тестирование, диагностика.

INITIAL CONTROL AS ASSESSMENT OF INITIAL LEVEL OF LEARNING ACTIVITY OF TRAINEES

Alexander Yuryevich Kozikov, Alexey Vladimirovich Novichkov,
Olga Evgenievna Novichkova

Annotation: This article deals with one of the types of control classifications. The inspection forms are listed. It also presents one of the variants of input testing, which is used for initial monitoring and diagnostics of the initial level of knowledge of trainees.

Keywords: training, control, material assimilation, input testing, diagnostics.

В современном мире образование – есть важнейший ресурс развития. Во многом это связано с ростом интеллектуальных способностей человека, его творческих сил. Подготовка нынешних специалистов, в том числе и военных, должна быть основана на идеях гуманизации, технологизации и личностного развития человека.

Ни для кого не является секретом достаточно слабая подготовка нынешних абитуриентов – иностранцев, но каждый будущий офицер обязан в достаточной мере владеть основами программ подготовки. В этих условиях педагогам приходится опираться на индивидуальные особенности и способности каждого обучающегося в отдельности, находить особые рычаги воздействия на их самосознание.

Особую значимость при таком подходе приобретает контроль усвоения обучающимися изучаемого материала. Контроль знаний, умений и навыков является важной составной частью процесса обучения в вузе. Целью контроля являются определение качества усвоения обучающихся программного материала, диагностирование и корректирование их знаний и умений, воспитание ответственности к учебной работе. Значимость

контроля знаний в процессе обучения определяется его наиболее значимыми функциями: обучающей, диагностической, прогностической, развивающей, ориентирующей и воспитывающей.

В педагогической литературе встречается следующая классификация видов контроля: вводный, текущий, коррекционный, рубежный и итоговый.

В контексте настоящей научно-исследовательской работы наиболее интересным является вводный контроль, так как он необходим для получения сведений об исходном уровне познавательной деятельности обучающихся, о понимании ими целей изучения математических дисциплин. Также вводный контроль позволяет оценить исходный уровень знаний, умений и навыков обучающихся, чтобы использовать его как фундамент будущих знаний, ориентироваться на допустимую сложность учебного материала. Вводный контроль может быть проведен в форме: тестирования, беседы, анкетирования, наблюдения.

Входное тестирование

Входное тестирование позволяет установить уровень освоения обучающимися базового школьного курса математики.

Содержание тестовых заданий определено в соответствии с программой полного среднего образования по основным разделам дисциплины: «Выражения и преобразования», «Уравнения и неравенства», «Функции».

Испытание проводится в письменной форме.

Контрольно-измерительные материалы представляют собой 4 варианта заданий, каждый из которых содержит 4 задания по всем основным темам дисциплины.

Содержание входного тестирования обеспечивает проверку знаний основных математических понятий, умения их применять к решению задач. Продолжительность проведения испытания 15 минут.

В ходе выполнения тестирования не разрешается пользоваться мобильными телефонами, другими средствами мобильной связи, справочными материалами.

Критерии оценки входного тестирования

Решение каждого задания, выполненного безошибочно, оценивается по следующей системе:

Таблица 1

№ задания	Количество баллов
1	2
2	5
3	2
4	1

Максимальная сумма баллов – 10.

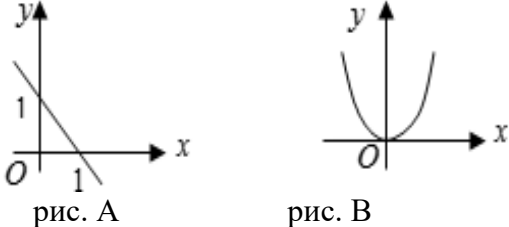
Устанавливаются следующие пороговые значения баллов, набранных на входном тестировании, подтверждающие успешное прохождение вступительных испытаний абитуриентов по дисциплине «Математика»:

Таблица 2

Оценка	Количество баллов
Отлично	9-10
Хорошо	7-8
Удовлетворительно	5-6
Пороговый min	5

Таблица 3

Примерный вариант входного тестирования

Вариант 1	
Задание	Ответы
1. Вычислить $\frac{\sqrt[4]{81} - \sqrt[3]{32}}{4} + \cos 45^\circ - \frac{9^{\frac{1}{2}} - 16^{\frac{3}{4}}}{\sqrt[3]{64}}$	a) $\frac{\sqrt{2}+3}{2}$ b) 46 c) 2 d) $\sqrt{2}$
2. Решить уравнения: 1) $2x - 3 = 7$ 2) $x^2 - 4x + 4 = 0$ 3) $3^{2^x} = 81$ 4) $\log_5(6x - 11) = 2$ 5) $\cos 2x = \frac{1}{2}$	a) 2 b) $\pm \frac{\pi}{6} + \pi k, k \in \mathbb{Z}$ c) $x_1 = x_2 = 2$ d) 5 e) 6
3. Решить неравенства: 1) $x - 1 \geq 5$ 2) $3x^2 - 2x - 1 > 0$	a) $(-\infty; -\frac{1}{3}) \cup (1; +\infty)$ b) $[6; +\infty)$
4. Выбрать правильный ответ: 	a) A: $y = x$; b) A: $y = x + 1$; B: $y = x^2$. B: $y = x^2 - 1$. c) A: $y = 1 - x$; B: $y = x^2$.

Ответы.

Вариант № 1.	1а; 2: 1)d, 2)c, 3)а, 4)e, 5)b; 3: 1)b, 2)а; 4с.
--------------	--

Кроме того, проведение входного тестирования позволяет курсантам определить уровень сформированности у них умений и навыков, необходимых им для дальнейшего освоения программы, выявить слабо усвоенные темы, и спланировать свою дальнейшую деятельность по устранению пробелов в знаниях.

Данный вид контроля имеет очень большое значение для успешной работы с разными категориями курсантов, и служит необходимой предпосылкой для успешного планирования и руководства учебным процессом.

Источники

1. Методика и технология обучения математике. Курс лекций: пособие для вузов / под научн. ред. Н.Л. Стефановой, Н.С. Подходовой. М.: Дрофа, 2005.
2. Педагогика / под ред. Пидкасистого П.И. М.: Дрофа, 2006.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ ПО МАТЕМАТИКЕ С КУРСАНТАМИ СПЕЦИАЛЬНОГО ФАКУЛЬТЕТА

Александр Юрьевич Козиков¹, Алексей Владимирович Новичков²,
Ольга Евгеньевна Новичкова³
^{1,2,3}ФГОУ «МВАА», г. Санкт-Петербург
^{1,2,3}kozikov78@mail.ru

Аннотация: В данной статье рассматриваются специфические принципы, которые можно применять на занятиях с иностранными курсантами, положительные и отрицательные особенности обучения курсантов специального факультета. Приведен пример глоссария математических терминов к конкретному занятию.

Ключевые слова: дидактические принципы, методические подходы, образование, системы образования, особенности, методика, методы обучения.

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR CONDUCTING CLASSES IN MATHEMATICS WITH COURSERS SPECIAL FACULTY

Alexander Yuryevich Kozikov, Alexey Vladimirovich, Novichkov
Olga Evgenievna Novichkova

Annotation: This article discusses the specific principles that can be applied in the classroom with foreign students, the positive and negative features of teaching cadets of a special faculty. An example of a glossary of mathematical terms for a specific lesson is given.

Keywords: didactic principles, methodological approaches, education, educational systems, features, methodology, teaching methods.

Существующая система подготовки иностранных студентов по математике опирается на методику преподавания математики российским курсантам. В связи с возрастающим количеством иностранных курсантов, необходима разработка новых методических приемов, учитывающих специфические особенности курсантов специального факультета и фактор постепенного овладения математическими знаниями на русском языке.

Проблема языка в обучении математике одна из актуальных проблем современной методики преподавания математики для иностранных курсантов. Общеизвестно, что изучение русского языка иностранными студентами не является для них самоцелью. От успешного решения вопросов организации и методики обучения языку специальности на начальном этапе в дальнейшем во многом зависит успех овладения студентами специальными и профилирующими дисциплинами.

Роль дисциплины «математика» при адаптации иностранных учащихся к системе образования в России трудно переоценить, так как математика с ее интернациональным языком как нельзя больше подходит в качестве адаптирующего предмета на начальном этапе обучения иностранцев в России. Математика одновременно проста и сложна тем, что ее язык, по сравнению с другими науками, наиболее формализован, использует большое количество символов, знаков, формул, являющихся стандартными или сходными для большинства языков мира. Речевые обороты, используемые при работе с математическими текстами, так же не очень разнообразны и в целом понятны и доступны даже людям, не имеющим большой разговорной практики на русском языке или только начинающим изучать язык.

Современный язык математики характеризуется высоким уровнем абстрактности и широким использованием специальной символики.

В отличие от литературного текста и обычной речи для математических текстов характерна шаблонность. Учеными лингвистами было установлено, что около 70 процентов математического текста состоит из шаблонов, с помощью которых даются определения, вводятся теоремы, производятся доказательства.

При проведении занятий по математике с иностранными курсантами должны быть соблюдены следующие специфические принципы:

1) Повторяемость лексики и терминологии.

Изучение математической лексики – это основной вид деятельности на данном этапе, поэтому целесообразно использовать приемы овладения лексикой, применяемые при изучении русского языка как иностранного. Каждое вновь вводимое слово должно быть записано учащимися, прочитано и многократно произнесено.

2) Опора на знания, полученные на уроках русского языка.

К началу изучения вводного курса математики иностранные учащиеся еще не ознакомлены на уроках русского языка с системой падежей имен существительных, прилагательных и числительных. Поэтому при введении терминологической лексики необходимо использовать конструкции вида «что – это что», которые позволяют представить каждый новый термин формой именительного падежа.

3) Избирательность активной лексики.

Начальный этап обучения математике иностранных учащихся – это самый насыщенный новой терминологией период по сравнению с последующими этапами обучения предмету. Поэтому в процессе изучения материала целесообразно из всего объема математической лексики

отбирать наиболее необходимую лексику, акцентируя внимание на тех терминах и словах общелитературного языка, без знания которых невозможно продвижение по курсу.

4) Визуализация информации

Особое значение приобретает форма подачи материала, наилучшим образом обеспечивающая его понимание и усвоение. Так, на начальном этапе изучения материала курса существенную помощь оказывает широкое привлечение символического языка математики, который в своей общей основе является языком международным и потому понятным иностранным учащимся.

5) Адаптированность речи преподавателя.

На начальном этапе изучения математики особые требования предъявляются к содержанию и темпу речи преподавателя. На данном этапе речь преподавателя должна быть четкой, продуманной, замедленной, немногословной и адаптированной к уровню владения учащимися русским языком. Не рекомендуется на начальном этапе обучения математике использовать дополнительную постороннюю информацию, затрудняющую восприятие нового материала, а также давать учащимся неадаптированные формулировки.

Основная цель обучения математике иностранных курсантов – это формирование глубоких математических знаний, которые помогают обучающимся овладевать смежными и специальными дисциплинами.

В обучении иностранных военнослужащих можно отметить ряд характерных, как положительных, так и отрицательных, особенностей.

Одной из положительных особенностей является малочисленность учебных групп, что позволяет не только индивидуальный, но и дифференцированный подход в обучении.

Наряду с положительными особенностями, следует отметить и отрицательные особенности:

- низкий уровень коммуникативных умений (новая языковая среда);
- иная бытовая среда, существенно отличающаяся от условий в родной стране;
- слабые знания иностранных военнослужащих базовых дисциплин;
- неподготовленность к восприятию большого объема учебного материала;
- медленное ведение записей в конспектах.

Обучение иностранных военнослужащих строится с учетом этих особенностей.

При проведении занятий с иностранными курсантами большое внимание обращается на:

- доступность изложения материала;
- правильное формирование наводящих вопросов;
- использование иллюстраций и примеров;
- применение приема повторения.

Во время проведения занятий учитывается сложность восприятия иностранными военнослужащими излагаемого материала на русском языке. При необходимости математические понятия, определения, формулировки различных свойств записываются на доске.

С учетом специфики обучения иностранных военнослужащих на русском языке перед лекциями можно ввести глоссарий новых математических слов и выражений. Обучающиеся самостоятельно переводят слова на родной язык, что значительно облегчает дальнейшее восприятие и запоминание математических понятий. Ниже приводится пример математических терминов к занятию «**Экстремум функции двух переменных**».

На русском языке	На английском языке	На французском языке	На испанском языке
абсолютный экстремум функции	<i>absolute extremum of a function</i>	<i>extremum absolud`unefonction</i>	<i>extremoabsoluto de la función</i>
действительная ось	<i>realaxis</i>	<i>axenéel</i>	<i>ejereal</i>
максимум	<i>maximum</i>	<i>maximum</i>	<i>máximo</i>
минимум	<i>minimum</i>	<i>minimum</i>	<i>mínimo</i>
точка касания	<i>pointofcontact</i>	<i>pointdecontact</i>	<i>puntodecontacto</i>
точка перегиба	<i>inflectionpoint</i>	<i>pointd`inflection</i>	<i>puntodeinflexión</i>
точка пересечения	<i>pointofintersection</i>	<i>pointd`irter-section</i>	<i>puntodeintersección</i>

Чтение лекций сопровождается презентациями, которые содержат учебный материал, примеры и задачи прикладного характера, приложения.

Большой поток информации, получаемый иностранными курсантами, требует глубокого усвоения учебного материала. В связи с этим возникает необходимость регулярной сигнализации для преподавателя и иностранного военнослужащего, верно ли усваиваются знания, есть ли пробелы, какими путями их возможно устранить.

Регулярный контроль знаний организует обучающихся для последующего изучения и усвоения материала, стимулирует самостоятельную работу.

Систематическая кропотливая работа, проводимая преподавателями, применение прогрессивных технологий позволяет достигать хороших знаний и результатов обучения у иностранных военнослужащих.

Какова же должна быть методика обучения математике студентов-граждан стран ближнего и дальнего зарубежья, позволяющая адаптировать базисные знания по общенаучным дисциплинам, в частности математике, на русском языке на уровне требований, предъявляемых российскими стандартами, и осваивать программу высшего образования?

Могут быть использованы следующие методы обучения математике иностранных курсантов:

- работа с опорными конспектами,
- работа с карточками, дифференцированными по уровню сложности,
- создание математических проектов, позволяющих преодолеть несогласованность в математической подготовке иностранных курсантов, приезжающих из разных стран.

Обучение иностранных курсантов в одном потоке с российскими целесообразно только для курсантов, прибывших из стран ближнего зарубежья.

Положительные результаты при обучении иностранных курсантов в одном потоке с российскими, будут получены только в том случае, если:

- будет проводиться работа по преодолению несогласованности базовых знаний абитуриентов, приезжающих из различных стран, и доведению уровня их математической подготовки до соответствия требованиям, предъявляемым российским абитуриентам;
- занятия по математике будут организованы по принципу от лекционно-практических занятий к отдельно лекционным и практическим занятиям;
- содержание практических занятий, задач и заданий будет подбираться таким образом, чтобы учитывать степень овладения иностранными курсантами математического русского языка.

В результате анализа научной, методической и психолого-педагогической литературы по проблеме обучения математике иностранных курсантов было установлено, что использование таких методик изучения математики является одним из перспективных направлений совершенствования математической подготовки иностранных

курсантов и развития их познавательной активности к изучению специальных дисциплин на русском языке.

Источники

1. Выгнанова Т.М., Перебатова Е.А. Математика для иностранных слушателей подготовительного отделения: учебное пособие для иностранных слушателей подготовительного отделения. М.: МИИТ, 2009. 96 с.

2. Громов А.И., Жаров В.К, Кузьминов В.И. и др. Математика для иностранных студентов подготовительных факультетов вузов России. М.: Янус-К, 2005. 348 с.

3. Соколова Л.И. Инновационный подход к преподаванию математики иностранным студентам на этапе довузовского обучения как средство формирования математической компетентности / Л.И. Соколова // Материалы международной научно-практической конференции «Профессионально направленное обучение русскому языку иностранных граждан». Изд-во МАДИ, 2010. С. 64-68.

4. Фетисова Е.В. Методика довузовского обучения математике иностранных студентов, обучающихся на русском языке / Материалы диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. – Курск, 2014

5. Громов А.И., Хачатурова Е.Т. Модель процесса формирования математической компетентности иностранных студентов технических специальностей / Материалы Всероссийской практической конференции, посвященной 50-летию факультета русского языка и общеобразовательных дисциплин // «Традиции и новации образовательных технологий предвузовского обучения иностранных студентов», (11-13 ноября 2010 г.) М., РУДН. С.129-130.

СОВРЕМЕННЫЙ БОЕВОЙ ОПЫТ – НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ В СИСТЕМЕ ВОЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Александр Юрьевич Козиков¹, Илья Владимирович Шманин²,
Константин Борисович Гришин³, Андрей Юрьевич Михеев⁴
ФГОУ «МВАА», г. Санкт-Петербург
^{1,2,3,4}Иya.Smanin.72@mail.ru

Аннотация: В работе представлена необходимость постоянного изучения профессорско-преподавательским составом современного боевого опыта, в целях качественной подготовки курсантов военных учебных заведений. Предложены способы приобретения боевого опыта, необходимость изменения программы подготовки и приемы включения боевого опыта в процесс обучения курсантов.

Ключевые слова: боевой опыт, изучение, анализ, примеры, педагогическая деятельность.

MODERN COMBAT EXPERIENCE IS AN INTEGRAL PART OF TRAINING CADETS IN THE MILITARY EDUCATION SYSTEM

Alexander Yurievich Kozikov, Ilya Vladimirovich Shmanin,
Konstantin Borisovich Grishin, Andrey Yurievich Mikheev

Annotation: The paper presents the need for constant study of modern combat experience by the teaching staff in order to provide high-quality training for cadets of military educational institutions. Methods of acquiring combat experience, the need to change the training program, and techniques for including combat experience in the training process of cadets are proposed.

Keywords: combat experience, study, analysis, examples, pedagogical activity.

В современном мире Россия находится в эпицентре мировых политических и экономических процессов, характеризующих переход от двухполюсной, к многополюсной системе мирового противостояния. Последние события на Северном Кавказе, в Югославии, Грузии, на Ближнем Востоке, ставят перед Вооруженными Силами задачи по извлечению уроков в подготовке войск к боевым действиям. Современные условия показывают необходимость давать такую подготовку курсантам, что бы они могли выполнять боевые задачи не только в крупномасштабных войнах, но и в других особых условиях обстановки: локальных вооруженных конфликтах, в составе миротворческих сил, принимать участие в антитеррористической деятельности.

В процессе обучения, курсанты должны освоить положения и требования боевых, и общевоинских уставов, руководств, наставлений;

изучить организацию и боевые возможности своих войск, и войск противника, способы их применения; освоить технику и вооружение; приобрести твердые практические навыки в организации боя, управлении штатными, приданными и поддерживающими силами, и средствами в сложных условиях боевой обстановки.

Боевой опыт, полученный нашими Вооруженными Силами, и анализ боевого опыта вооруженных сил других государств играет важнейшую роль в подготовке курсантов. Задачей руководства ВВУЗа и преподавателей будет определить его современность и актуальность, уметь правильно донести его обучаемым, и своевременно корректировать учебные планы и процесс обучения.

Что же такое боевой опыт? Боевой опыт – это устойчивые практические знания и навыки, обретенные командными кадрами, штабами и войсками в ходе боевых действий. Накапливается и закрепляется в боевой обстановке. Является одним из важных качеств, способствующих успешному ведению боя и операции, умению находить верные решения и выполнять сложные боевые задачи.

Боевой опыт является фундаментом знаний, получаемых курсантами вовремя обучения. На основании боевого опыта, разработаны, и постоянно совершенствуются приемы и способы ведения боевых действий, предписанные в боевых уставах, наставлениях, руководствах, учебниках, учебных пособиях, и других источниках, обязательных для обучения и руководства к деятельности, в ходе подготовки будущих офицеров. Основой в них является богатый боевой опыт, полученный Красной армией в ходе Великой Отечественной войны.

Но боевой опыт не однороден. С изменением условий войны прежний боевой опыт может утрачивать свое значение или даже превращаться в негативный фактор. Этому существует множество примеров. Только на примере Второй мировой войны видно, что многие из стран – участников Первой мировой войны сделали вывод, что будущая война также примет позиционный характер и поэтому будет продолжительной. Такой точки зрения они придерживались вплоть до Западной кампании 1940 года. Будущая война показала ошибочность этого мнения.

Немецко-фашистские войска, напав на Советский Союз, опирались на положение уставов и опыт молниеносных операций на Западе, где имела густая сеть дорог. Они добивались успехов главным образом потому, что танковые и моторизованные войска имели возможность проявить все свои качества и оказать решающее влияние на исход боевых

действий. Кроме того, немецкие войска имели дело с легко поддающимся панике и плохо управляемым противником, который из-за ограниченности пространства не мог уйти от решающих боев. Напав на Советский Союз, они не учли, что им придется иметь дело с другим народом, обладающим иными психологическими особенностями, и действовать на территории, имеющей свою специфику.

Примеры неоднородности и изменчивости боевого опыта существуют во всех глобальных и локальных войнах современной реальности.

Однако некоторые его элементы сохраняют свою роль и должны использоваться в переработанном виде в последующих войнах. Это положение распространяется и на современные условия, несмотря на коренные изменения, произошедшие в военном деле. Поэтому глубокий критический анализ боевого опыта прошлого и внедрение его положительных элементов необходимо рассматривать в качестве одной из главных задач подготовки личного состава Вооруженных Сил в целом, и обучения курсантов в учебном заведении в частности.

Чтобы боевой опыт приобрел свою значимость для Вооруженных Сил, необходимо, с одной стороны, правильно оценить его, а с другой - правильно использовать в каждом конкретном случае, и на основании него совершенствовать программу подготовки курсантов.

В ходе педагогической деятельности, преподавателям необходимо опираться как на собственный боевой опыт (боевой опыт других преподавателей), так и на опыт, обобщенный в уставах, наставлениях, учебных и методических пособиях, рекомендованных к обучению.

Чтобы подготовка курсантов соответствовала требованиям к уровню подготовки войск, в части касающихся современных способов ведения боевых действий, профессорско-преподавательский состав должен постоянно совершенствовать свою подготовку, жить жизнью действующих воинских частей и соединений. Это предлагается осуществлять следующими способами:

а) Получение личного опыта:

– участие в боевых действиях, миротворческих и других операциях, ведущихся Вооруженными Силами, как на территории Российской Федерации, так и на территории других государств, в качестве инструкторов и специалистов;

– привлечение на боевое дежурство в Национальный центр управления обороной;

- участие в испытаниях новых образцов вооружения и техники, проводимых как на предприятиях, так и в войсках;

- участие в различных тактических и командно-штабных учениях, проводимых в соединениях и объединениях как в качестве обучаемых, так и в качестве контролирующего органа;

- привлечение к приему контрольных и итоговых проверок в соединениях и воинских частях;

- войсковая стажировка.

б) Изучение боевого опыта:

- изучение современной военной периодической печати, наставлений, рекомендаций, с целью изучения боевого опыта своих войск, войск противника и вооруженных сил других государств;

- систематический обмен боевым опытом в пределах ВВУЗов и соединений военного округа;

- участие в учебно-методических сборах командного состава в масштабе армии, рода войск;

- участие в подведении итогов, разборе стратегических КШУ;

- изучение отдельных наиболее важных вопросов конкретной операции (боя) для определения последующих выводов в масштабе ВВУЗа;

- проведение в ВВУЗах конференций по изучению и обмену боевого опыта с различными категориями военнослужащих, привлекаемых из войск.

На основании имеющегося боевого опыта целесообразно пересматривать тематические планы по основным специальностям, увеличив объем тем, рассматривающих современный боевой опыт; пересматривать содержание квалификационных требований для выпускников ВВУЗов; для улучшения организации обмена боевым опытом и практикой его использования в процессе обучения курсантов проводить совместные межвузовские научно-практические конференции; рассматривать вопрос внесения изменений в методику оценки эффективности уровня сформированности навыков и умений через изменение системы и формы оценивания. Оценивать не только знания, но и способность их применения в конкретных ситуациях; руководящему и преподавательскому составу ВВУЗов полнее использовать возможности процесса обучения на основе боевого опыта для формирования навыков и умений управления подразделениями в боевой обстановке.

Материал, подготовленный на основе боевого опыта и примеры из него, повышают мотивацию курсантов на изучение учебной дисциплины,

обеспечивают их внимание на протяжении всего занятия. В ходе изложения материала на теоретическом занятии (лекции, групповом занятии) рекомендовано приводить примеры из боевого опыта, подтверждающие его актуальность. Эмоциональное и наглядное изложение сути боевого опыта оставляет максимальный след в памяти обучаемых. Правдивое раскрытие и умелое сочетание положительного и отрицательного опыта порождает уверенность в результате от внедрения боевого опыта в практику обучения. При этом примеры из боевого опыта должны быть дозированы. Нецелесообразно перенаполнять занятие примерами. Достаточно привести один – два примера боевого опыта, и на них раскрыть суть изучаемого вопроса.

При проведении семинаров, бесед, круглых столов, необходимо обсуждать теоретические аспекты, увязывать их с боевыми примерами, как положительными, так и отрицательными в какой-либо конкретной ситуации.

Приемами включения материалов о боевом опыте в содержание лекции служат:

- описание содержательной стороны боевого опыта в целом или отдельного его элемента;

- цитирование апробированных выводов и рекомендаций по применению боевого опыта, закрепленных в обобщенном виде документально;

- ссылки на результаты военно-научных исследований по конкретной проблематике, связанной с темой изучаемого материала; ссылки на действия конкретных военачальников, принимавших участие в боях;

- наглядная демонстрация различных материалов.

При проведении практических занятий (тактико-строевых, тактических, групповых упражнений и тренировок) основным методом обучения выступает показ и тренировка. При этом способы действий и отработка приемов постоянно корректируются, уточняются. С помощью имитационных средств вносятся элементы опасности и риска, для усложнения отработки приемов различными категориями военнослужащих.

Необходимо добиваться оптимального сочетания теоретического материала с решениями практического характера, практическими действиями обучаемых, и комментариями руководителя занятия, его оценочными суждениями. Вводные в ходе занятия не должны отвлекать внимание обучаемых, от главного вопроса.

Эти приемы помогают снижать потери среди личного состава и техники в ходе ведения реальных боевых действий.

В целом, можно сделать вывод, что боевой опыт не однороден, он может утрачивать свое значение, в некоторых случаях превращаться в негативный фактор, поэтому, он не может быть догмой и шаблонным руководством к действию. Боевой опыт должен быть тщательно изучен, и на его основании создается представление о войне будущего. Профессорско-преподавательский состав должен постоянно участвовать в его изучении и анализе, своевременно вносить изменения в учебные планы, вводить в учебный процесс новые, актуальные темы, производить перерасчет бюджета времени, разрабатывать приемы и способы доведения боевого опыта обучаемым.

Источники

1. Миронченко В.Н. «Подготовка курсантов военно-учебных заведений на боевом опыте региональных и локальных конфликтов» К. КГТУ.1999.
2. Рогозин Д.О.«Война и мир в терминах и определениях». М. ПоРог. 2005.
3. Лотар Рендулич. «Управление войсками». гл. 13.«О боевом опыте» М. Воениздат. 1974 .
4. Грибков С.А. Журнал РОД «За права военнослужащих» №11.2006.

КОМПЕТЕНТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ В ВОЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ

Александр Юрьевич Козиков¹, Илья Владимирович Шманин²,
Константин Борисович Гришин³
^{1,2,3}ФГОУ «МВАА», г. Санкт-Петербург
^{1,2,3}kozikov78@mail.ru

Аннотация: В работе представлена необходимость компетентностного подхода в подготовке будущих офицеров. Показаны методологические и методические проблемы компетентностной модели образования, которые необходимо решать для повышения качества подготовки военных профессионалов.

Ключевые слова: компетенция, компетентностный подход, профессиональная деятельность, педагогические технологии.

COMPETENCE MODEL IN MILITARY EDUCATION

Alexander Yurievich Kosikov, Ilya Vladimirovich Shmanin,
Konstantin Borisovich Grishin

Annotation: The paper presents the need for a competency-based approach to training future officers. Methodological and methodological problems of the competence model of education that need to be solved to improve the quality of training of military professionals are shown.

Keywords: competence, competence approach, professional activity, pedagogical technologies.

В современной динамичной и весьма противоречивой армейской действительности, включая потенциально возможные или реальные военные конфликты, в наибольшей степени будет востребован офицер с уже сложившимся профессионально-творческим и духовно-личностным опытом, для которого противоречия армейской жизни или скоротечного современного боя будут не поводом для истерики, растерянности или паники, а основанием для глубоких размышлений и принятия наиболее адекватного решения. Речь идет о компетентностном подходе к подготовке молодых офицеров и специалистов. Такой подход позволяет расширить содержание военного образования не в количественном, а в качественном отношении за счет смещения акцентов на разработку философско-концептуальных, социогуманитарных, общетеоретических и технико-технологических проблем, обеспечивающую освоение молодыми офицерами выводного знания и сложных видов профессиональной деятельности. Приоритет деятельностно-творческого аспекта относительно

предметно-знаниевого, является наиболее существенным признаком компетентностной модели высшего военного образования.

В то же время такая модель образования, как и основные механизмы ее реализации, не лежит на поверхности педагогической теории или научной методики и предполагает разрешение целого комплекса теоретических, методологических и собственно методических проблем. **Первая** из таких проблем связана со структурой содержания высшего военного образования. Следует ли сохранить его общепринятую предметную организацию, соответствующую современному научно-дисциплинарному комплексу, или же здесь необходимо создавать новую номенклатуру предметно-деятельностных междисциплинарных областей, ориентированных на так называемые ключевые компетентности; что это за компетенции, и какое их количество для офицера следует считать оптимальным? В публикациях по компетентностному подходу под ключевыми компетентностями понимаются знания, навыки и интеллектуальная составляющая образования. Это понятие интегративное, в ключевых компетенциях заложена идеология содержания образования, формируемого «от результата» («стандарта на выходе»).

Вторая проблема относится к структуре самого учебного предмета (дисциплины) – в случае, если его основу составят не частные или общие теории со своим эмпирическим базисом, своей концептуальной основой и совокупностью логических следствий и выводов, а некоторые доминирующие области деятельности и модели специфического военно-профессионального опыта. **Третья проблема** связана с выявлением места традиционных технологий в этой модели образования: возможно ли их применение на основе определенного совершенствования и развития, или здесь нужны принципиально новые педагогические технологии и методики? **Четвертая проблема** касается места традиционной аудиторной системы организации педагогического процесса в такой модели военного образования: сохранится ли необходимость в такой системе, или аудиторная форма занятий подлежит упразднению?

Ведь приобретение, преобразование и использование знаний предполагает активную познавательную деятельность, а поэтому в структуру компетентности специалиста входят также эмоционально-волевые и мотивационные компоненты. Но смыслообразующим компонентом компетентностей являются деятельностные, процессуальные знания.

Какие же это свойства личности? В современном постиндустриальном обществе существенно изменились социально-

профессиональные функции работников; оказались востребованными такие качества, как организованность, самостоятельность, ответственность, практический интеллект, надежность, способность к планированию, решению проблем и др. При определении структуры метапрофессиональных качеств, следует обратиться к психологии личности.

В отечественной психологии личность рассматривается как открытая, целеустремленная, динамическая система, характеризующая многомерностью и иерархичностью.

При этом можно выделить три основные функциональные подсистемы:

- когнитивную, которая включает познавательные процессы: восприятие, память, мышление, воображение;
- регулятивную, включающую эмоционально-волевые процессы и обеспечивающую способность субъекта к саморегуляции деятельности, самоконтролю, к воздействию на поведение людей;
- коммуникативную, которая реализуется в общении и взаимодействии с другими людьми.

Целевая ориентация профессионального образования на конечный результат обусловила необходимость проектирования стандартов профессий. Смислообразующими единицами таких стандартов могут и должны стать ключевые квалификации. Их формирование у обучающихся будет способствовать усилению фундаментальной подготовки специалистов.

Наконец, **пятая проблема**: всем ли курсантам посильно такое обучение, не следует ли предусмотреть здесь несколько индивидуальных или групповых моделей обучения, и чем такие модели будут отличаться друг от друга, и от традиционных? Очевидно, что ответы на эти, как и на многие другие вопросы научно-методического обеспечения, следует искать до официального принятия соответствующей идеологии построения столь необычной формы военного образования, то есть на этапе разработки основных принципов его организации, выбора структуры и содержания учебного плана и образовательных программ.

В современной методологии профессионального образования считается устоявшимся утверждение о том, что специфика компетентностного обучения состоит не в усвоении кем-то предложенного готового знания, а в прослеживании условий его происхождения и развития. Подразумевается, что обучающийся сам выявляет существенные признаки явления, формирует понятия, необходимые для решения задач,

устанавливает формально-логические и диалектические связи и отношения между ними и т. д. При таком подходе учебная деятельность, периодически приобретая исследовательский или практико-преобразовательный характер, сама становится предметом усвоения.

Важное место в предстоящей работе следует отвести выявлению специфики и обобщенной структуры ключевых компетентностей в блоке морально-нравственной, физической и военно-психологической подготовки офицеров. Последнее обстоятельство, наряду с закономерной тенденцией гуманизации профессионального образования, выглядит сегодня особенно значимым.

Опыт постоянной боевой готовности, тактических учений, а также боевых действий коалиционных сил ВВС и ПВО НАТО в Юго-Восточной Азии, на Ближнем Востоке и на Балканах убедительно свидетельствует о том, что даже хорошо подготовленные в техническом отношении боевые расчеты иногда покидали рабочие места, как только на экранах радиолокаторов обнаруживали первые признаки начала воздушного налета авиации противника. Поэтому успех в весьма непростой армейской жизни сопутствует тем боевым расчетам, командиры которых обладают не только высокой научной подготовкой и общетехнической культурой, но и в морально-психологическом плане оказываются способными даже ценой собственной жизни противостоять многочисленным стрессовым ситуациям современного динамичного боя.

Таким образом, ожидается, что реализация компетентностного подхода в профессиональном образовании будет способствовать достижению его основной цели – подготовке квалифицированного специалиста соответствующего уровня и профиля, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности.

Источники

1. Сартан Г. Развитие компетенций: этапы внутрикорпоративного обучения // Персонал-Микс. 2005. №2. С.63-66.
2. Военная педагогика / под ред. О.Ю. Ефремова / учебник для вузов. СПб.: Питер, 2008. 640 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Александр Юрьевич Козиков¹, Дмитрий Леонидович Щулипенко²,
Алексей Владимирович Новичков³
^{1,2,3}ФГОУ «Мваа», г. Санкт-Петербург
^{1,2,3}kozikov78@mail.ru

Аннотация: Тенденции все большего применения компьютерных тренажерных средств вооружения и специальной техники при обучении личного состава Сухопутных войск Вооруженных сил Российской Федерации (СВ ВС РФ) ведут к дистанцированию обучаемых от материальной части военной техники, отсутствию навыков и мышечной памяти по работе с приборами и механизмами, снижению психологической подготовки и др. Предлагается применить имитационные возможности компьютерных тренажеров в имитаторах боевых машин СВ ВС РФ.

Ключевые слова: Обучение боевой работе, тренажерные средства, эффективное обучение, отработка навыков.

USE OF SIMULATORS FOR TRAINING OF OPERATORS OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

Alexander Yuryevich Kozikov, Dmitry Leonidovich Shchulipenko,
Alexey Vladimirovich Novichkov

Annotation: Trends in the increasing use of computer simulator weapons and special equipment in training personnel of the Ground Forces of the Armed Forces of the Russian Federation (SV Armed Forces of the Russian Federation) lead to distancing trainees from the material part of military equipment, lack of skills and muscle memory in working with devices and mechanisms, reduced psychological training, etc. It is proposed to apply the simulation capabilities of computer simulators in simulators of combat vehicles of the Russian Armed Forces.

Keywords: Combat training, simulators, effective training, skills development.

Собственные исследования ранее разработанных и применявшихся при обучении тренажерных средств, ориентировочный расчет стоимостных показателей с учетом качественного показателя обучения перспективного тренажера.

Анализ имеющихся тренажерных средств и перспективы развития.

Для изучения тренажерной проблематики выбран тренажер расчетов 2Х51 самоходных гаубиц (СГ) 2С19, разработанный АО «Уралтрансмаш». Тренажер 2Х51 принят на снабжение Министерства обороны РФ (МО РФ), получил высокую оценку при эксплуатации и до настоящего времени применяется в учебном процессе. Ключевым отличием тренажера является применение узлов, механизмов и аппаратных комплексов идентичных боевым. Получаемые навыки ручных операций по работе с

массогабаритными макетами боеприпасов, а также динамическая составляющая позволяют обеспечить физическую и психологическую составляющую подготовки личного состава.

На вооружение СВ ВС РФ поставлено значительное количество СГ 2С19М2. По статистике проведенных ремонтов за предыдущие периоды выявлено значительное количество неисправностей эксплуатационного характера, что составляет более половины затраченных на восстановление средств. Обучение боевой работе требует подготовки расчетов работе с новейшими технически сложными системами, в том числе с модернизированной автоматизированной системой управления наведением и огнем, программно-управляемым комплексом управления механизмами заряжания, агрегатом питания с кондиционерной приставкой, комплексом средств связи и др. В учебных заведениях образовательный процесс ведется с применением боевых образцов вооружения и военной техники (ВВТ). Такая методика не позволяет отрабатывать действия экипажа при заряжании орудия, наведении орудия на цель, производстве выстрела, а также при отработке нештатных ситуаций, работу в аварийных режимах и многое другое. Перенимая зарубежный опыт подготовки личного состава [1], предлагаем проводить до 80% процесса обучения с применением учебно-тренировочных средств.

Для обеспечения эффективного обучения прорабатывается создание модернизированного тренажера 2Х51 для подготовки расчетов СГ 2С19М2. Рассматривается следующий состав тренажера: имитатор башни СГ, приемник и накопители макетов снарядов и гильз, пульт инструктора, источник питания и система внешних подключений. Имитатор башни представляет собой каркасную конструкцию с внутренним объемом, имитирующим обстановку боевого образца ВВТ. Облик пульта инструктора представляет собой мультимедийное рабочее место. Программное обеспечение пульта инструктора позволит вести обучение расчетов по заложенной программе, отрабатывать нештатные ситуации, возникающие при боевой работе и др. Прорабатывается возможность подготовки личного состава одновременно на нескольких имитаторах башни СГ (в составе батареи до 8 имитаторов башни). В этом случае пульт инструктора частично имитирует работу с машиной старшего офицера батареи.

Тренажер обеспечит:

- проведение обучения в условиях учебного класса под руководством инструктора;

- возможность отработки навыков перевода СГ из походного состояния в боевое и обратно;
- возможность отработки выполнения противоогневого маневра;
- возможность отработки режимов работы с проводным и радиоканалом связи;
- возможность отработки режимов выверки и сведения оптических каналов автоматизированного прицельного комплекса и ствола орудия.

Ведение обучения с применением динамической составляющей:

- а) эффект «набегания» башни самоходной гаубицы при имитации выстрела;
- б) движение механизмов и узлов в соответствии с режимами работы гаубицы;
- в) наведение прицела и орудия в диапазоне углов, соответствующих самоходной гаубице;
- г) имитация предельного отката ствола орудия при выстреле и др.

Проведен ориентировочный расчет экономического эффекта от применения тренажера при обучении личного состава в условиях учебного класса без ведения полевых учений. Стоимость обучения расчета на СГ 2С19М2 в 6 и более раз превышает стоимость обучения с использованием тренажера 2Х51М2. Расчет выполнен по критерию работы с орудием (имитатором орудия) в условных единицах без учета расходов на горюче-смазочные материалы, затрат на монтаж и демонтаж 4-х орудий (изделие 2А64М2) при ремонте, затрат на проведение технического обслуживания и др.

Для снижения уровня эксплуатационных отказов изделий самоходной артиллерии и, как следствие, повышения боеготовности подразделений самоходной артиллерии прорабатывается возможность создания центра подготовки экипажей СГ на базе АО «Уралтрансмаш». Планируется подготовка офицеров подразделений самоходной артиллерии (командиры и старшие офицеры батареи, командиры огневых взводов), экипажей самоходных гаубиц (командир орудия, наводчик, заряжающий снарядов, заряжающий зарядов), механиков водителей. Обучение предлагается проводить силами центра подготовки на основе «Программы подготовки подразделений самоходной артиллерии», адаптированных к изделиям 2С19М1, 2С19М2, 2С3М1, 2С3М2 с применением тренажерных средств.

В заключение хотелось бы отметить необходимость разработки тренажерных средств предприятиями-разработчиками боевых машин. Введение таких требований обусловлено, в первую очередь, наличием

технически грамотных специалистов, имеющих полную информацию о материальной части имитируемого образца ВВТ. Во вторую очередь, стоимость тренажера может быть снижена за счет применения серийно выпускаемых деталей, входящих в состав, как боевого образца, так и тренажера.

Выводы и рекомендации.

Предлагаемый вариант объединения имитатора боевой машины с компьютерным пультом инструктора обеспечит обучаемым привитие навыков работы с материальной частью ВВТ, позволит провести психологическую подготовку, отработку слаженности боевой работы номеров расчетов и расчетов орудий при батарейном выполнении задач, а также имитацию работы с вышестоящим звеном. Расчетная экономическая эффективность от применения тренажеров на примере самоходных гаубиц показывает целесообразность внедрения функциональных имитаторов в учебный процесс.

Источники

1. Докучаев А.Г. Тренажеры и боевая подготовка [Электронный ресурс] // Красная звезда. 2009. 21 мая.

ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ И КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ОБУЧАЕМЫХ НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ПОДГОТОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ

Александр Юрьевич Козиков¹, Дмитрий Леонидович Щулипенко²,
Александр Викторович Рытов³
^{1,2,3}ФГОУ «МВАА» г. Санкт-Петербург
^{1,2,3}kozikov78@mail.ru

Аннотация: Применение таких технических средств подготовки, как тренажеры различных видов, дает возможность отрабатывать действия операторов сложных технических систем в условиях аварийных ситуаций и дефиците времени, что обеспечивает поддержание высокого уровня профессиональных навыков по их обслуживанию и применению.

Ключевые слова: оператор (номер расчета), сложная техническая система, тренажер, технические средства обучения.

SUBSTANTIATION OF CRITERIA FOR INDIVIDUAL AND INTEGRATED ASSESSMENT OF TRAINEES AT DIFFERENT LEVELS OF TRAINING USING TRAINING AIDS

Alexandr Yurievich Kozikov, Dmitry Leonidovich Shchulipenko,
Alexandr Viktorovich Rytov

Annotation: The use of technical training tools, such as simulators of various types, makes it possible to practice the actions of operators of complex technical systems in emergency situations and time constraints, which ensures the maintenance of a high level of professional skills in their maintenance and use.

Keywords: operator (calculation number), complex technical system, simulator, technical means of training.

В ходе подготовки операторов с использованием учебно-тренировочных средств особое внимание обращается: на изучение каждым оператором (номером расчета) его обязанностей при подготовке сложной технической системы (СТС) к применению и использованию по назначению, на строгое соблюдение требований безопасности.

Перед началом проведения занятий целесообразно показать обучаемым фрагменты из учебных видеофильмов, в которых демонстрируются назначение СТС, его свойства, основные ТТХ, вопросы применения и требования безопасности.

После теоретического изучения своих обязанностей и требований безопасности с использованием макетов, стендов, плакатов и т.д. операторы (номера расчета) отрабатывают необходимые приемы и навыки на специализированных тренажерах.

После овладения основными приемами и навыками по своей специальности операторы (номера расчета) приступают к отработке действий на тренажёрном комплексе в составе расчета (при этом не исключается возможность тренировки каждого оператора в отдельности). Затем приступают к отработке навыков в комплексе непосредственно на СТС или ее элементах, при этом изучаются обязанности как при работе в полном составе расчета, так и в сокращенном. Тренировки расчета должны проводиться как в дневное, так и в ночное время суток, в индивидуальных средствах защиты и без них.

К использованию СТС по назначению операторы допускаются после глубокого изучения материальной части, инструкции по эксплуатации памятки расчету и другой технической документации.

На местах проведения тренировок, целесообразно иметь тестовые карты по обязанностям номеров расчетов в зависимости от вида проводимого занятия (тренировки) и применять данные карты как наглядные пособия.

Исходя из анализа работы расчетов СТС, возлагаемых на них задач и предъявляемых требований, тренировки с использованием тренажерного комплекса должны обеспечивать четкое взаимодействие номеров расчетов при:

- подготовке СТС к применению;
- работе с аппаратурой управления;
- применении СТС по назначению.

В процессе проведения всех видов тренировок необходимо обеспечивать объективный контроль за действиями обучающихся и соблюдение требований безопасности.

Организация регулярных тренировок перед занятиями и специальных тренажей, проводимых в разумном сочетании СТС или ее элементов и тренажеров, обеспечивает приобретение, развитие и поддержание у операторов необходимых навыков и умений, т.е. является завершающим методическим звеном процесса профессиональной подготовки расчета.

Правильно составленный план обеспечивает требуемую последовательность проведения тренировки. Однако качество ее зависит от умелого применения методических приемов. Различают два метода проведения тренировок: индивидуальный и групповой.

При индивидуальном методе функциональные обязанности, отрабатываемые на тренировке, исполняет один оператор, а при групповом - несколько операторов (один расчет или несколько).

Групповым методом необходимо проводить тренировки по выполнению мероприятий подготовки СТСк использованию по назначению и отработке отдельных конкретных задач. Тренировки групповым методом позволяют резко интенсифицировать процесс привития обучаемым практических навыков.

Технической базой формирования устойчивых навыков являются тренажеры, однако само наличие тренажеров не решает проблему эффективного проведения тренажной подготовки, нужна теория их использования (методика). Лишь вскрыв закономерности формирования навыков, можно правильно строить тренировки на тренажерах.

Эффективность тренажной подготовки можно характеризовать следующими показателями: временем, необходимым для формирования различного устойчивого навыка; стоимостью отработки того или иного навыка; влиянием тренажей на общую подготовку номера расчета, эмоциональной нагрузкой обучаемого.

В общем случае методику подготовки оператора (номера расчета) можно свести к условному разделению процесса подготовки на три этапа:

I этап – первоначальной «приработки» номера расчета в системе «расчет-тренажер»;

II этап – отработки параметров структуры, в пределах которого обучаемый уже знает что и в какой последовательности следует выполнять, но его действия скованны, недостаточно точны и своевременны;

III этап – статистически стабильного уровня сформированных в процессе обучения навыков.

Состояние обученности расчета в системе «расчет-тренажер» фиксируется при выполнении следующих правил и условий:

- а) условие достижения состояния обученности;
- б) условие получения устойчивых результатов по среднему времени обучения;
- в) правило остановки процесса обучения по среднему значению меры успеха;
- г) правило остановки процесса обучения по разбросу меры успеха;
- е) условие отбора номеров расчета по скорости обучения.

Данное условие состоит в установлении меры подверженности расчета влиянию затрудняющих работу факторов:

- среднее время обучения в условиях воздействия возмущающего фактора;

– среднее время обучения и достижения устойчивых навыков работы в номинальных условиях.

Инструктор или преподаватель формулирует задание, т.е. формирует перечень тех операций, которые требуют дополнительной тренировки, составляет тест - карту, в которой проводит классификацию операций по значимости и порядку их выполнения на тренажерном комплексе. После этого начинается обучение оператора (номера расчета) конкретной операции, при этом инструктор выделяет значимые операции и заостряет на них внимание обучаемого.

В ходе отработки операций инструктор постоянно проверяет условие (а) и (б) и при их выполнении переходит к выполнению следующей операции, указанной в тест - карте.

После завершения отработки всего перечня операций, инструктор дает команду обучаемому приступить к отработке всего алгоритма задачи в целом.

После отработки задачи каждым оператором (номером расчета) при условии выполнении (в) и (г) инструктор приступает к обучению расчета в целом на тренажерном комплексе с последующим переходом на образец СТС (условие (е)).

Таким образом, при организации учебного процесса по освоению СТС различного назначения и составлении планов занятий с использованием технических средств обучения необходимо руководствоваться выработанной методикой их применения. Кроме того, целесообразно использовать данную методику и при организации и проведении занятий и тренажей с использованием СТС или ее элементов учебной группы.

Источники

1. Аткинсон Р. Человеческая память и процесс обучения. М.: Прогресс, 1980. 528 с.

2. Бабилов В.М., Панасенко И.М. Оценка времени принятия решения человеком оператором. Приборы и системы управления, 1994, №11.

3. Беляева С.Д. Математические методы планирования и проведения эксперимента. Учебно-методическое пособие. СПб.: ВАА, 1991. 100 с.

4. Борисов С.В. Изменение уровня обученности операторов в процессе приобретения, утраты и восстановления навыков. В кн.: Прикладные вопросы инженерной психологии. Таганрог. 1974. 109 с.

5. Небылицын В.Д. Надёжность работы оператора в сложной системе управления. - В кн.: Хрестоматия по психологии / Под редакцией Душкова Б.А. М.: Высшая школа, 1991. 286 с.

6. Никифоров Г.С. Надёжность профессиональной деятельности. СПб.: СПГУ, 1996. 176 с.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ПОДГОТОВКИ ИНОСТРАННЫХ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В РОССИЙСКИХ ВОЕННЫХ ВУЗАХ

Александр Юрьевич Козиков¹, Илья Владимирович Шманин²,
Константин Борисович Гришин³
^{1,2,3}ФГОУ «МВАА», г. Санкт-Петербург
^{1,2,3}kozikov78@mail.ru

Аннотация: В работе представлены некоторые вопросы и проблемы подготовки иностранных военнослужащих в российских военных вузах.

Ключевые слова: иностранные военнослужащие, учебно-воспитательный процесс, информационные технологии.

SOME QUESTIONS TO IMPROVE TRAINING OF FOREIGN MILITARY PERSONNEL IN RUSSIAN MILITARY UNIVERSITIES

Alexander Yurievich Kosikov, Ilya Vladimirovich Shmanin,
Konstantin Borisovich Grishin

Annotation: The paper presents some issues and problems of training foreign military personnel in Russian military universities.

Keywords: foreign military personnel, educational process, information technologies.

Сегодня подготовка иностранных военнослужащих осуществляется более чем в 50 российских военных вузах. В настоящее время численность обучающихся превышает 5,5 тыс. человек. В их числе военнослужащие как стран ближнего, так и дальнего зарубежья, они обучаются по тем же специальностям, по которым осуществляется подготовка российских военнослужащих. Разница лишь в объеме передаваемой им информации. Подготовка военнослужащих иностранных армий проводится дифференцированно, с учетом характера военного сотрудничества, поставляемых образцов вооружения и военной техники, особенностей развития национальных вооруженных сил, уровня подготовки слушателей и курсантов.

Учитывая возрастающую роль России в мировой политике, накопленный опыт подготовки офицеров для иностранных армий, а также предварительные договоренности ожидается увеличение числа обучающихся иностранцев в отечественных военных вузах. Подготовка иностранных специалистов для государств, производящих закупки и оснащающих свои армии российской военной техникой – важная и

актуальная задача по сохранению паритета сил в мире и поддержанию добрососедских международных отношений.

Оценивая вопросы и проблемы подготовки иностранных военнослужащих, включая знание русского языка, следует отметить, что на начальном этапе обучения (1–2 курсы подготовки) они вполне решаются и не вызывают опасения. То есть общеобразовательная компонента в соответствии с государственным образовательным стандартом России вполне достижима. Но при реализации задач высшего профессионального обучения и военных квалификационных требований эффективность подготовки снижается по ряду причин, таких как:

- отсутствие конкретного заказа;
- закрытость ряда сведений по организационной структуре и вооружению иностранных государств;
- трудности в постановке задач обучающимся на период их войсковой стажировки.
- проблемы с разработкой иностранными военнослужащими выпускной квалификационной работы – дипломного проекта.

Эти вопросы являются наиболее часто обсуждаемыми и предложения по их разрешению составляют основное содержание статьи.

Одним из таких вопросов является - знание русского языка.

Знание русского языка обязательно для иностранных военнослужащих, обучающихся в российских военных вузах. В соответствии с приказом Министра обороны РФ для тех из них, кто не владеет русским языком или владеет им в недостаточном объеме, вводится подготовительный курс обучения продолжительностью до 10 месяцев, после которого оно продолжается на основных курсах в течение всего периода обучения.

Учебно-профессиональная сфера в процессе обучения является доминирующей. На основных курсах продолжается изучение и совершенствование языка с целью развития понятийного аппарата в ходе освоения общеобразовательных и специальных дисциплин. Слушатель (курсант) должен приобрести умения и навыки, необходимые для: слушания, понимания, а также записи лекций; репродуцирования монологического высказывания на практических занятиях, зачетах, экзаменах; ведения диалогов (преподаватель – обучаемый, обучаемый – обучаемый); работы со специальной литературой по дисциплинам; составления рефератов, конспектов, тезисов.

Военно-прикладная направленность обучения пронизывает весь учебно-воспитательный процесс и определяется не только и не столько

содержанием, и тематикой учебного материала, сколько формированием и развитием умений в области профессионально значимых видов деятельности на русском языке, что готовит выпускника к применению его в тех сферах общения, которые связаны с решением профессиональных задач.

Обучение проводится на практических занятиях под руководством преподавателя с использованием аудиовизуальных средств обучения, а также в процессе самостоятельной работы. Эти занятия ориентируют обучаемых на овладение русским языком как средством общения в области выбранной ими специальности. В качестве источника информации используются лекции специалистов-предметников и тексты учебной и научно-популярной литературы по истории, культурологии, военной истории, экологии, экономической теории, конструкции, вооружению и тактике. Таким образом, предметом изучения являются тексты научного стиля речи по вышеуказанным дисциплинам, представленные в письменной или устной форме.

Обучение научному стилю речи имеет свои особенности, к которым относятся:

практическая направленность занятий – курсанты и слушатели овладевают языком для получения дополнительной информации по специальности, что предполагает тесную координацию занятий по языку с работой профилирующих кафедр; уже на первых занятиях обучаемые знакомятся с общенаучной и специальной лексикой, близкой к специальности;

преемственность в обучении – программа обучения опирается на знания, навыки, умения, приобретенные на предшествующем этапе – в рамках подготовительного курса или школы (последнее касается обучаемых из стран СНГ);

самостоятельная подготовка по языку – ограниченное количество плановых учебных часов, отводимых на аудиторные занятия, повышает ее роль, а также важность использования технических средств обучения; проведение самостоятельной подготовки под руководством преподавателя обусловлено необходимостью корректировки результатов работы, а также проверки домашних заданий;

акцент на письменную коммуникацию – чтение, анализ текстов по специальности, научно-популярного характера и их конспектирование; формирование приемов реферирования текстов; перевод и другое (представляется, что это не совсем правильно, так как обучение чтению и письму невозможно без формирования умений и навыков аудирования и говорения).

На практических занятиях уделяется внимание всем видам деятельности: чтению, письму, говорению и аудированию – «процессу восприятия и понимания звучащей речи». Однако особое место в системе подготовки обучаемых занимает формирование и развитие навыков аудирования, так как навыки слушания текстов монологического или диалогического характера и вычленения основной информации используются слушателями и курсантами как в профессиональном (например, при написании конспектов лекций), так и в бытовом общении. При этом следует учитывать трудности, с которыми они могут встретиться в условиях реальной коммуникации: выбор языковых средств выражения мысли определяется не тем лексическим и грамматическим материалом, которым владеет слушающий, а содержанием высказывания говорящего и целью, с которой он осуществляет свое высказывание; индивидуальные особенности речи говорящего могут не соответствовать тому стандарту, которым владеет слушающий; темп речи говорящего может казаться для слушающего непривычно быстрым; однократность восприятия речи не соответствует практике многократного восприятия сообщений на уроках, где почти каждое сообщение обучаемые слышат или могут услышать столько раз, сколько потребуется им для полного его понимания. В качестве конечной цели обучения этому виду деятельности следует рассматривать сформированность аудитивных умений, обеспечивающих слушающему понимание неявно выраженного смысла высказывания и экспрессивно окрашенной речи говорящего, осмысление общей идеи звукового сообщения и способность сформировать к нему собственное отношение. В результате изучения языка в объеме учебной программы иностранные военнослужащие должны уметь слушать и полностью понимать информацию (полнота понимания 60–70 %) устного сообщения на учебно-профессиональную тему.

Другим вопросом совершенствования подготовки иностранных специалистов является организация их самостоятельной работы.

Необходимо научить иностранных военнослужащих твердым навыкам самостоятельной работы, по единой программе. Необходимо обучать иностранных военнослужащих методике самостоятельной работы с первых дней обучения. Методику самостоятельной работы нужно рассматривать по трем фазам:

- изучение теоретических основ самостоятельной работы;
- формирование навыков самостоятельной работы;
- совершенствование навыков самостоятельной работы.

В ходе первой фазы иностранные военнослужащие проходят курс введения в педагогический процесс военных вузов России, где знакомятся

с программой их подготовки, методикой и особенностями самостоятельной работы. При формировании навыков самостоятельной работы иностранцы подходят к практическому закреплению знаний, выбирают и изучают источники информации. Работая с ними, осмысливают имеющуюся информацию, изучают неизвестные термины, учатся тезисно конспектировать материал.

В ходе третьей фазы, каждый иностранный военнослужащий вырабатывает индивидуальную методику самостоятельной работы. Формируются навыки письменных работ. Через контрольные работы, рефераты, курсовые работы решается задача по формированию комплексного решения практических задач, принятия решений.

Поэтапность формирования навыков самостоятельной работы позволяет повысить качество обучения иностранных военнослужащих.

Следующим вопросом совершенствования обучения иностранных военнослужащих, является необходимость использования в социальной сфере, в познавательной и профессиональной деятельности навыков работы с компьютером, реализовывать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, работать с компьютером как средством управления информацией, осваивать новые образцы программных, технических средств и информационных технологий.

Кроме этого, для проведения занятий на специальном факультете необходимо привлекать наиболее подготовленных преподавателей кафедры, обладающих достаточным опытом, знаниями, методикой организации и проведения занятий.

Особое внимание преподавателями должно уделяться знанию индивидуальных особенностей обучаемых – образовательного уровня, семейного положения, знания истории страны, развития ее Вооруженных сил, экономического и политического положения в мире. Из всего этого складывается нормальная рабочая обстановка, позволяющая организовать учебный процесс на высоком уровне.

Источники

1. Джур Е.В. «Обучение иностранных военнослужащих восприятию текстов научного стиля». Военная мысль № 3. 2015. С. 52–60.

2. Алехин И.А., Булков А.А. «Историко педагогический анализ развития процесса профессиональной подготовки иностранных военнослужащих в российских военных вузах». Право и образование. № 2 2007. С 49-53.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ ОБУЧЕНИЯ КУРСАНТОВ

Александр Юрьевич Козиков¹, Дмитрий Леонидович Щулипенко²,
Алексей Владимирович Новичков³
^{1,2,3}ФГОУ «МВАА», г. Санкт-Петербург
^{1,2,3}kozikov78@mail.ru

Аннотация: Сложившееся противоречие между уровнем подготовки офицерских кадров в ВВУЗе и современными требованиями, предъявляемыми к ним, может быть разрешено путем совершенствования учебного процесса. Поэтому работа, направленная на совершенствование процесса профессиональной подготовки курсантов, является актуальной.

Ключевые слова: военное образование, профессиональная подготовка, система обучения.

INTENSIFICATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS TAKING INTO ACCOUNT THE SPECIFICS OF TRAINING OF CADETS

Alexander Yuryevich Kozikov, Dmitry Leonidovich Shchulipenko,
Alexey Vladimirovich Novichkov

Annotation: The current contradiction between the level of training of officers in the VVUZ and the modern requirements for them can be resolved by improving the educational process. Therefore, work aimed at improving the training of cadets is relevant.

Key words: military education, vocational training, training system.

В учебных заведениях сложилась система обучения, когда, после определенного тематикой блока лекций, информация закрепляется на последующих семинарах, на которых происходит воспроизведение и частичная обработка знаний [1]. На практических и лабораторных занятиях происходит формирование навыков и умений. Завершают тематический блок контрольные занятия.

Задачей современного военного образования является увеличение эффективности формирования навыков, а также повышения их до такого уровня, на котором они станут умениями и смогут быть интерпретированы специалистом для конкретного применения на практике в конкретных сложившихся обстоятельствах.

При использовании ЭВМ как современного средства обучения каждый обучаемый получает доступ к практически неограниченному объему информации и ее аналитической обработке. Новые информационные технологии позволяют усиливать интеллектуальные возможности обучающегося, воздействуя на его память и интересы. В

результате изменяется роль педагога, основная задача которого – поддерживать и направлять развитие личности обучаемых, стимулировать их творческий поиск.

В этих условиях неизбежен пересмотр сложившихся на сегодня организационных форм учебной работы: усиление роли самостоятельной, индивидуальной работы слушателей и курсантов, определенный отход от традиционных видов занятий с преобладанием объяснительно-иллюстративного метода обучения, увеличение объема практических и лабораторных работ поискового и исследовательского характера, внеаудиторных занятий, которые будут обязательной составной частью учебного процесса. Однако следует иметь в виду, что при этом сохраняются и традиционные методы передачи и приобретения знаний: книги, секции, аудиторные практические и семинарские занятия и т. д. Компьютерная технология обучения должна органично вписаться в эту среду с единственной целью – повысить эффективность самого процесса обучения и качество получаемого конечного результата, то есть итогового уровня компетенции военного специалиста.

Одно из направлений использования возможностей вычислительной техники – разработка дидактической системы, в которую, с целью создания условий для педагогически активного информационного взаимодействия между преподавателем и обучающимися, интегрируются прикладные педагогические программные продукты, базы данных, а также совокупность других дидактических средств и методических материалов, обеспечивающих и поддерживающих учебный процесс.

В ВВУЗе на кафедрах могут быть разработаны прикладные педагогические программные продукты в виде интернет-сайтов кафедры на основе локальной компьютерной сети в рамках академии. Такой подход к задаче крайне важен, так как руководящие документы ограничивают доступ курсантов ВВУЗов к внешним сетям. В то же время, образовательный стандарт требует наличия у обучаемых навыка работы с современными информационными технологиями. Соответственно, при самостоятельной работе курсантов с информационным наполнением сайта обучаемые не только осваивают учебный материал, но и получают навык работы с программным обеспечением компьютерных глобальных информационных сетей.

Основные требования к интернет-сайту можно сформулировать следующим образом: интуитивно-понятный интерфейс (информационное наполнение должно обеспечить продуктивную самостоятельную работу), наличие государственной и военной атрибутики, а также материалов,

выходящих за рамки учебного курса, необходимых для становления курсанта как офицера и специалиста.

Сайт кафедры как вариант может включать в себя:

- рабочую программу по каждой дисциплине;
- компьютерные варианты лекций по всем дисциплинам, преподаваемым на кафедре, с *Flash*-вставками, поясняющими сложные для понимания физические процессы;
- компьютеризированный учебник по дисциплинам кафедры, включающий в себя текстовый вариант курса, а также вопросы для самоконтроля;
- информационно-справочная система, состоящая из электронных справочников и основной литературы в электронном виде;
- материалы, выходящие за рамки учебной программы, но необходимые для становления курсантов как офицеров и специалистов.

В данном случае технология обучения будет выполнять связующую функцию, способствующую активному педагогическому взаимодействию преподавателя и курсантов. Наряду с этим, результаты экспериментального обучения свидетельствуют, что использование в учебном процессе вуза информационно-технологического обеспечения позволяет:

- интенсифицировать и индивидуализировать учебный процесс;
- значительно активизировать познавательную деятельность курсантов, повысить ее стимулирующую составляющую;
- реализовать в процессе самостоятельной работы пользователей индивидуальный темп усвоения учебного материала;
- производить оперативный контроль усвоения знаний, формирования навыков и умений.

Источники

1. Антипова М.В. Формы организации обучения. Форма организации обучения. М. :МарГТУ, 2011. 16 с.

ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ КОРОНАВИРУСА

Светлана Мунавировна Куценко¹, Светлана Фиаловна Малацион²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹s.koutsenko@mail.ru, ²sveta_malacion@mail.ru

Аннотация: В статье проведен анализ проблем, возникших в высших учебных заведениях при переходе на дистанционную форму обучения в условиях пандемии коронавируса, и намечены пути их решения.

Ключевые слова: дистанционное обучение, пандемия коронавируса, электронная образовательная платформа, оценочные средства, тестирование, сформированность компетенций.

PROBLEMS OF DISTANCE LEARNING IN THE CONDITIONS OF THE CORONAVIRUS PANDEMIC

Svetlana Munavirovna Kutsenko, Svetlana Fialovna Malatsion

Annotation: The article analyzes the problems that have arisen in higher educational institutions during the transition to distance learning in the context of the coronavirus pandemic, and outlines ways to solve them.

Keywords: distance learning, coronavirus pandemic, electronic educational platform, assessment tools, testing, competence development.

В Казанском государственном энергетическом университете за короткий срок были переведены на дистанционное обучение обучающиеся всех курсов и всех форм обучения, т.к. на основании приказа Министерства науки и высшего образования РФ в условиях предупреждения коронавирусной инфекции руководителям вузов и других образовательных организаций было рекомендовано организовать работу педагогического состава и обучающихся исключительно в электронной информационно-образовательной среде [1].

Задолго до пандемии в КГЭУ ряд преподавателей применяли электронную образовательную платформу *LMS Moodle* для организации учебного процесса. При переходе на дистанционную форму обучения все преподаватели в срочном порядке стали наполнять контентом свои курсы для того, чтобы иметь возможность работать с обучающимися.

Для проведения веб-конференций и лекций в дистанционном формате вузом в начале пандемии коронавирусной инфекции была закуплена коммерческая версия сервиса *Zoom*.

В процессе экспериментальной работы с элементами дистанционного образования были выявлены особенности и недостатки, которые особенно ярко проявились в условиях вирусной пандемии.

1) Отсутствие у ряда студентов дома и в общежитиях достаточного количества современных и надежных компьютеров, Интернета. Системы дистанционного обучения периодически зависают в связи с отсутствием высокоскоростных каналов связи и низкой скоростью работы личных компьютеров студентов и преподавателей.

2) Студенты, обучающиеся по инженерным и естественнонаучным образовательным программам без занятий в предметных лабораториях со специальными лабораторными установками не могут в полном объеме приобрести предметные навыки и компетенции, получаемые в ходе традиционных аудиторных занятий, т.к. обычный просмотр видеоматериалов никогда не заменит живого общения с преподавателем и самостоятельно проведенного эксперимента.

3) Многократно увеличилось трудовозатраты преподавателей, работающих дистанционно, поскольку работа с обучающимися проводилась не только в группе, но и индивидуально.

4) Низкая заинтересованность и мотивация обучающихся в самостоятельной предметной, исследовательской, поисковой деятельности в процессе дистанционного обучения. Студенты с низкой мотивацией к учебе пропускают занятия. Только результаты текущей и промежуточной аттестации могут подтвердить или опровергнуть предположение, о том, что обучающиеся обладают достаточной мотивацией и самодисциплиной для самостоятельного обучения.

5) Снижается качество образования. Из-за удаленности педагога и обучающегося страдает коммуникация-студенты не имеют быстрой обратной связи, т.к. отсутствует оперативная поддержка ответов на текущие вопросы, возникающие в процессе решения учебной проблемы.

6) Отсутствует объективность оценивания деятельности студентов (результатов практических занятий, лабораторных работ и т.д.), связанная с проблемой самостоятельности выполнения студентами индивидуальных заданий. Успешные студенты выполняют задания и, как правило, делятся результатами с одноклассниками, а преподаватель не может идентифицировать истинного автора работы и вынужден оценивать одинаковыми баллами почти всю группу.

7) Страдает воспитательный процесс, поскольку он формируется при непосредственном аудиторном контакте студентов и преподавателей. Ничто не заменит живое общение педагога и обучающегося.

8) Имеет место сложность перехода преподавателей старшего поколения к удаленной работе, т.к. данные преподаватели привыкли к традиционным формам обучения в аудиториях. Освоение новых технологий, причем в короткие сроки приводит к тому, что преподаватели находятся в стрессовом состоянии;

9) Не все учебно-методические комплексы (лекции, лабораторные занятия, практикумы, оценочные средства и т.д.) были переведены в цифровой формат для организации обучения в дистанционном формате.

10) При проведении промежуточной и текущей аттестации преподаватель оказался ограничен в оценочных средствах. Опыт проведения текущей и промежуточной аттестации в условиях удаленного доступа показал, что в основном преподаватели использовали в качестве оценочных средств тесты, которые недостаточно отражали сформированность необходимых компетенций. Тесты, которые приходилось конструировать в срочном порядке, не всегда удовлетворяли методическим требованиям, предъявляемым к подобным оценочным средствам. Если преподаватель использовал в качестве оценочного средства устную беседу или письменный опрос, то возникала трудность контроля самостоятельности выполнения задания, т.к. перед студентом могли находиться различные источники информации, находящиеся вне поля зрения преподавателя.

11) Возникают психологические проблемы, связанные с тем, что цифровая трансформация образования вызывает чувство отторжения, как у преподавателей, так и у обучающихся.

12) Многочасовая работа перед экраном компьютера отрицательно сказывается на здоровье студентов и преподавателей.

13) Большой разброс используемых приложений усложняет работу преподавателей и обучающихся, так как им приходится изучать основы работы в каждом из них.

14) Опыт работы с сервисом *Zoom* показал незащищенность проводимых преподавателем конференций от несанкционированного подключения злоумышленников, пытающихся сорвать занятие. Преподаватель тратит время на решение этой проблемы.

В результате пандемии образование получило уникальный шанс провести глобальный онлайн-эксперимент, результаты которого должны определить проблемы современного образования и пути их решения.

Источники

1. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://minobrnauki.gov.ru>.

2. Бойкова А.В. Некоторые проблемы перехода на дистанционное обучение в военных вузах в условиях пандемии // Международный журнал гуманитарных и естественных наук.- Новосибирск: ООО «Капитал» № 4-2(43). 2020. С.29-31.

3. Куценко С.М., Малацион С.Ф. Педагогическое тестирование как инструмент оценки качества обучения. Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: матер. V Национальной науч.-практ.конф. Казань: Казанский государственный университет, в 2 т. /2019. Т.1. С. 364-366.

НОВЫЕ ЗАДАЧИ В СФЕРЕ ВОСПИТАНИЯ ЛИЧНОСТИ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА

Гульнара Альбертовна Ляукина¹, Елизавета Александровна Новоселова²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹lgulnara@gmail.com, ²novoselova.ea@kgeu.ru

Аннотация: Главной целью воспитательной работы в вузе является содействие успешной социализации и самореализации обучающихся, приобщение к культурным ценностям, творчеству в различных направлениях социокультурной деятельности. В работе обсуждаются перспективы развития системы воспитательной работы в вузах в соответствии с требованиями Федерального законодательства, а также с учетом динамически меняющихся интересов обучающихся.

Ключевые слова: воспитание, социализация, общекультурные компетенции, клубное движение.

NEW TASKS IN THE SPHERE OF THE EDUCATION OF THE PERSONALITY OF THE FUTURE PROFESSIONAL

Gulnara Albertovna Lyakina, Elizaveta Aleksandrovna Novoselova

Annotation: The main goal of the educational work in the university is the assistance to the successful socialization and the self-realization of the students, the introduction to the cultural values and the creativity in the various directions of the social and cultural activity. The work discusses the development prospects of the system of the educational work in the universities in accordance with the federal legislative requirements, as well as with the consideration of the dynamic changing interests of the students.

Keywords: education, socialization, universal cultural skills, club movement.

Задаче воспитания личности будущего специалиста в современном вузе отводится значительное внимание.

В соответствии с Федеральным законом от 31 июля 2020г. №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся», необходимо создать рабочие программы воспитания и календарный план воспитательной работы, учесть в них специфику образовательной организации, ее традиций, и региональный компонент. В Казанском государственной энергетическом университете на протяжении пятидесяти лет сложились традиции воспитания обучающихся, принимаются и реализуются планы воспитательной работы, на заседаниях Ученого совета обсуждаются вопросы воспитания студентов, активно развивается сеть студенческих общественных объединений.

Вместе с тем, реально остается проблема представления о воспитательной работе как отдельной сфере, реализуемой в основном через внеучебную деятельность. Между тем сегодня стало очевидным, что ограничивать воспитательную работу только внеучебной деятельностью не только неэффективно, но и просто недопустимо. В условиях реализации системы Федеральных государственных образовательных стандартов в качестве общекультурных (универсальных) компетенций можно рассматривать следующие: УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде; УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах; УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни; УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

Каждая из этих универсальных компетенций соответствует некоторым актуальным направлениям воспитательной деятельности, реализация которых курируется не только учредителем, но и органами исполнительной власти региона, правоохранительной системой и т.д. а именно: гражданско-патриотическое воспитание, работа с несовершеннолетними студентами; профилактика правонарушений, идеологии терроризма и экстремизма; развитие деятельности студенческих объединений, поддержка волонтерского движения и студенческого самоуправления; формирование установок на здоровый образ жизни; культурно-творческое развитие и др.

Содействие успешной социализации и самореализации обучающихся, приобщение к культурным ценностям, творчеству в различных направлениях клубной деятельности направлено на воспитание нравственной, эстетически и духовно развитой личности.

Студенческий клуб - это место для объединения по интересам, свободного общения, самостоятельности и самоорганизации, активного общественного участия в решении общественных задач. При этом студклуб – динамически развивающаяся система в соответствии с интересами и запросами самих студентов.

Многочисленные социологические опросы показывают, что современная молодежь предпочитает индивидуальные формы работы,

позволяющие им проявить свои инициативы. В то же время студенчество достаточно чутко откликается на общественные социально-значимые запросы (волонтерство, патриотические задачи и т.п.). В дополнение к педагогическому профессионализму руководителей кружков, тренеров в соответствии с быстроменяющимися условиями необходимо давать шанс малым формам клубов по интересам. Вузовская среда предлагается студенту как площадка возможности для максимального раскрытия талантов. В дальнейшем студенты младших курсов успешно прошедших адаптацию, социализацию, развиваются креативные идеи, появляется способность к организации самостоятельных проектов.

Практика организации подтверждает, что активные студенты сами становятся соорганизаторами воспитательного процесса, тьюторами студенческих групп или наставниками в подготовке мероприятий, реализации собственных инициатив. Уникальность системы заключается в гибком сочетании плановой работы с дистанционными формами активным использованием социальных сетей: Вконтакте, Инстаграм, Телеграм, Ватс апп, Ютуб канал, позволяющих обеспечить непрерывность деятельности и обратную связь.

Успешное освоение общекультурных компетенций также будет содействовать формированию инженерной этики будущего специалиста.

Таким образом, новые задачи в сфере воспитания личности будущего специалиста заключаются в максимальном использовании возможностей как учебного, так и вне учебного процесса.

Источники

1.Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 304-ФЗ. «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся».

2.Концепция воспитательной работы Казанского государственного энергетического университета на 2014-2015, 2020г.

3. Пономарев А.В. Социально-педагогическая функция вуза в воспитании современного специалиста: монография. М.: Издательство ИКАР, 2009. 430с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Светлана Фиаловна Малацион¹, Светлана Мунавировна Куценко²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹sveta_malacion@mail.ru, ²s.koutsenko@mail.ru

Аннотация: Проблема качества высшего образования не теряет своей актуальности. Необходимо менять подходы к преподаванию и контролю знаний обучающихся, а также к оценке качества образования обучающихся в свете внедрения новых образовательных и профессиональных стандартов.

Ключевые слова: оценка качества образования, контроль знаний, сформированность компетенций.

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF EDUCATION OF STUDENTS

Svetlana Fialovna Malatsion, Svetlana Munavirovna Kutsenko

Annotation: The problem of the quality of higher education does not lose its relevance. It is necessary to change the approaches to teaching and monitoring the knowledge of students, as well as to assessing the quality of education of students in the light of the introduction of new educational and professional standards.

Keywords: assessment of the quality of education, control of knowledge, formation of competencies.

Проблема оценки качества образования обучающихся является весьма актуальной, т.к. относится к одному из аспектов образовательной деятельности, наиболее влияющих на качество образования.

Качество подготовки выпускников должно основываться на диверсификации образовательных программ, преодолении разрыва, существующего между средним и высшим образованием, повышении роли профессиональной ориентации молодежи [1].

В соответствии с этим, необходимо менять подходы к преподаванию, а также к оценке качества образования обучающихся. Результаты оценки качества образования должны быть объективными, стабильными, доступными для обучающихся.

Неотъемлемой частью обучения является контроль. В зависимости от функций, которые выполняет контроль в учебном процессе, можно выделить три основных его вида: диагностический, текущий, итоговый.

Первым этапом в системе контроля является диагностическое тестирование. Назначение диагностического тестирования состоит в установлении индивидуального уровня каждого студента.

Вторым этапом является текущая проверка знаний в процессе усвоения каждой изучаемой темы, повторение изученного ранее материала, целого раздела или значительной темы курса. Важнейшей функцией текущего контроля является функция обратной связи. Обратная связь должна нести сведения не только о правильности или неправильности конечного результата, но и давать возможность осуществлять контроль за ходом процесса, следить за действиями обучаемого [2].

Текущий контроль необходим для выявления динамики формирования необходимых компетенций в ходе освоения дисциплины, сопоставления реально достигнутых на отдельных этапах результатов. Кроме диагностической функции текущий контроль способствует повышению общей продуктивности учебного труда и своевременному определению уровня усвоения материала обучающимися.

Заключительным этапом является итоговая проверка знаний, умений и навыков студентов, приобретенных ими на всех этапах дидактического процесса. Итоговый учет успеваемости проводится в конце каждого семестра во время зачетно-экзаменационной сессии. Именно на этом этапе систематизируется и обобщается учебный материал. В качестве оценочного средства может быть применено тестирование [3].

Главное требование к итоговым тестовым заданиям – они должны соответствовать уровню национального стандарта образования и отражать освоение необходимых компетенций.

Численным эквивалентом уровня знаний обучающихся является оценка. Можно выделить следующие виды оценок:

- диагностическая оценка определяет способность и готовность к освоению образовательных программ, а также выявляет возможные проблемы в обучении (тесты, интервью);

- формирующая оценка изучает элементы обратной связи как части образовательного процесса (задания, рефераты, рабочие тетради, семинары);

- итоговая оценка выявляет достижения и недостатки в отношении результатов учебного процесса (устные, письменные экзамены, зачеты, проекты).

Вышеперечисленные виды оценок должны отражать высокий уровень сформированности компетенций реализуемых образовательных программ.

В связи с этим, на первый план выходят проблемы качества фонда оценочных средств, применяемых как при текущем, так и при итоговом

контроле. Здесь преподаватели сталкиваются с наибольшими трудностями, так как новые образовательные стандарты предполагают не только компетентностный подход оценки качества подготовки выпускников вуза, но и соответствия их квалификации федеральным государственным образовательным стандартам.

Остро стоит вопрос о критериях оценки качества образования выпускников вузов при проведении итоговой государственной аттестации. Оценка должна быть интегральной и независимой, включать в себя актуальность темы выпускной работы, согласованной с работодателями, внедрение результатов исследования в производство или использование их в вузовских методических разработках, участие в период обучения в выполнении хоздоговорных тем, участие в конференциях различного уровня, наличие публикаций в научных журналах. Данная интегральная оценка, может лечь в основу его рейтинга при участии в конкурсе на замещение вакантных должностей в престижных компаниях.

Проблема оценки качества образования обучающихся остается весьма значимой и открытой для педагогического сообщества и требует осмысления.

Источники

1. Данильченко С.Л. Комплексная система оценки качества образования как совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов // Международный журнал экспериментального образования. 2017. № 3-2. С. 179-184; URL: <http://expeducation.ru/ru/article/view?id=11281> (дата обращения: 29.10.2020).

2. Попова А.И. Технология рейтингового контроля в процессе дистанционного обучения // Информационные технологии в образовании, науке и производстве. Сборник трудов международной научно-практической конференции. Серпухов, 2010. С.383-385.

3. Куценко С.М., Малацион С.Ф. Педагогическое тестирование как инструмент оценки качества обучения. Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: матер. V Национальной науч.-практ. конф. - Казань: Казанский государственный университет, в 2 т. 2019. Т.1. С. 364-366.

СИСТЕМА «ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ – ПРОИЗВОДСТВО»

Елена Анатольевна Миронова
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
mironova.energo@yandex.ru

Аннотация: В статье рассмотрены возможности системы «образовательное учреждение – производство», формирование учебно-методической базы.

Ключевые слова: производство, научные исследования, профессиональная деятельность.

THE SYSTEM OF «EDUCATIONAL INSTITUTION – PRODUCTION»

Elena Anatolyevna Mironova

Annotation: The article considers the possibilities of the system "educational institution-production", the formation of the development of educational and methodological base.

Keywords: production, scientific research, professional activity.

В сегодняшних условиях наиболее сложным для молодежи является выбор жизненных и профессиональных ориентиров при создании фундамента для своего развития, образовательного вектора и определения будущей профессии. Формирование студента, как конкурентоспособного специалиста, может быть осуществлено, если, помимо освоения учебных программ, он получает представление о реалиях современного производства, занимается научными исследованиями, подкрепленными практической деятельностью. При этом занятия учебной деятельностью в рамках производства снижает риски совершения ошибки в определении профессионального вектора и выбора конкретной сферы деятельности. Так, выпускники высшей технической школы могут заниматься проектно-конструкторской деятельностью, техническим обслуживанием, управлением производством в рамках полученного многовекторного образования. Решение этой проблемы в высшей школе осуществляется на учебных занятиях при выполнении лабораторно-практических работ, лекциях, производственных практиках. При этом учебная деятельность в рамках производства снижает риски совершения ошибки в выборе профессии и конкретной специальности, если она осуществляется на платформе «опережающего обучения» [1].

Для преподавателей наиболее проблемным является отбор и структурирование учебного содержания в соответствии с заданными компетенциями профессиональной деятельности. Проектирование содержания обучения в системе «образовательное учреждение – производство» предполагает выбор определенных педагогических технологий, отбор содержания, методов и средств обучения, разработка учебно-методической базы для организации лабораторного практикума. Это связано в первую очередь с постоянным обновлением учебно-нормативной документации и уменьшением объема времени, отводимого на изучение конкретных дисциплин и, следовательно, отбором и структурированием учебного материала в соответствии с новыми реалиями. Преподаватели решают сложные проблемы организации и проведения лабораторно-практических занятий, которые фрагментарно отражают реальный технологический процесс, и в условиях учебного заведения могут быть имитированы либо смоделированы. Например, все активнее используются возможности учебного полигона КГЭУ «Подстанция 110/10 кВ», на котором студенты получают представление о реальном сетевом оборудовании высокого напряжения, не выезжая на энергопредприятия, что особенно важно в сегодняшних условиях.

Тем не менее, взаимодействие инженерного образования и производства особенно актуально для высшей школы при подготовке по дисциплинам профессиональных модулей. Учебные планы жестко ориентированы на практическую подготовку и теоретическая подготовка все более оттесняется в сторону самостоятельной работы студентов. При этом в программах и планах повышается удельный вес практической подготовки. Лабораторный практикум, предшествующий первому производственному опыту практики на конкретном производстве, является важной компонентой в профессиональном становлении специалиста, во многом обеспечивающей формирование требуемых компетенций. Но очень часто оборудование, установленное в лабораториях, используется только в качестве экспонатов, наглядных пособий и носит демонстрационный характер, поскольку оно является небольшим фрагментом отдельных участков электроустановки и не позволяет студентам комплексное представление о профессиональной деятельности.

Реализация сетевой формы обучения [2] позволяет создать систему длительной профессиональной подготовки и использовать не только производственную базу энергопредприятий, но транслировать в образовательные программы передовой опыт, аккумулированный в

профессиональных кадровых ресурсах предприятий. Организация учебного процесса на производстве – уникальная возможность общения практических работников, имеющих производственный опыт и научных кадров образовательного учреждения.

Активная научная деятельность в рамках производства позволяет студентам уже в период обучения в высшей школе получить навыки конкурентной борьбы и стать востребованными специалистами, особенно, если параллельно с образованием они получают представление о реалиях современного производства и занимаются научными исследованиями, подкрепленными практической деятельностью. При этом учебная деятельность в рамках производства снижает риски совершения ошибки в определении вектора будущей профессиональной деятельности.

Источники

1. Гребенщикова М.М., Миронова Е.А. Технология опережающей подготовки в высшей профессиональной школе. Научный альманах 2015 N 11-3(13) По материалам международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы образования и науки», Россия, Тамбов, 2015. С. 236-237.

2. Методические рекомендации по организации образовательной деятельности с использованием сетевых форм реализации образовательных программ. Приложение к письму Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.08 2015 г. № АК-2563/05.

КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ЧЕТВЕРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Мария Евгеньевна Надеждина
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
frida333@mail.ru

Аннотация: Радикальное преобразование цепочек создания добавленной ценности путем цифровизации процессов и продуктов химико-технологических систем ставит актуальный вопрос кадрового обеспечения в динамично изменяющихся условиях. Высшее образование основной источник технологических разработок и инженерно-технических кадров, поэтому рассмотрение подготовки квалифицированных и компетентных работников промышленности особенно актуально. Согласно новым запросам кадрового обеспечения химико-технологических систем в условиях начала цифровизации профессорско-преподавательскому составу необходимо подстраивать учебный процесс для освоения новых компетенций.

Ключевые слова: промышленная революция, четвертая технологическая революция, цифровизация, цифровые аборигены, цифровые иммигранты, компетенции.

STAFF SUPPORT OF CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS UNDER THE CONDITIONS OF THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

Mariya Evgenyevna Nadezhkina

Annotation: The radical transformation of value added chains through the digitalization of processes and products of chemical-technological systems raises the urgent issue of staffing in a dynamically changing environment. Higher education is the main source of technological developments and engineering and technical personnel, therefore, consideration of the training of qualified and competent industrial workers is especially relevant. According to the new demands of the staffing of chemical technological systems in the conditions of the beginning of digitalization, the teaching staff need to adjust the educational process to master new competencies.

Key words: industrial revolution, fourth technological revolution, digitalization, digital natives, digital immigrants, competencies.

Каждая промышленная революция меняла содержание труда и трудовых отношений, вызывала спрос на отдельные специальности и профессии, предъявляла новые требования к системе подготовки кадров, улучшала условия труда и отдыха, способствовала появлению новых видов товаров и услуг и, в конечном итоге улучшала качество жизни населения. В своей лекции от 6 ноября 2017 года Щедровицкий П.Г. отмечал: «Новая промышленная революция порождает новую технологию мышления».

Переход к машинному труду от труда ручного стало возможно благодаря первой промышленной революции. Промышленную революцию можно характеризовать:

- Стремительное развитие науки и техники;
- Появление новых профессий и специальностей;
- Создание новых форм организации труда.

Вторая промышленная революция характеризуется резким ростом производительности труда благодаря электрификации и организации конвейерного производства.

Третья промышленная революция обозначается также термином «Индустрия 3.0». Эта концепция развивалась в 1970-х годах и была ориентирована на автоматизацию организации производственных процессов. Если концепция «Индустрия 3.0» обращена на автоматизацию некоторого оборудования и процессов, в то время как «Индустрия 4.0» предусматривает сквозную цифровизацию всех материальных потоков и их интеграцию в цифровую экосистему вместе с участниками цепочки создания стоимости, создание новых платформенных бизнес-моделей, блокчейн, краудсорсинг и т.д.

Четвертая технологическая революция меняет наше общество и его привычные уклады гораздо радикальнее, чем все, ей предшествовавшие. Одной из рекомбинационных инноваций четвертой промышленной революции выступает цифровизация существующих процессов, производства и продуктов. Цифровизация – это системный подход к использованию цифровых ресурсов для повышения производительности труда. Также под понятием цифровизации можно понимать создание нового продукта в цифровой форме.

Обратившись к мировому опыту цифровизации, выделен ряд инициатив и программ, направленных на развитие передовых производственных технологий в мире. Германия реализует программы *Fraunhofer Program* и *Industrie 4.0*. Первая нацелена на развитие научно-исследовательской деятельности в промышленном секторе, вторая соответственно стимулирует переход к киберфизическим системам *Central Innovation Program* и предполагает выделение грантов средним и малым предприятиям для финансирования научно-исследовательской деятельности и инновационных проектов. Концепция, схожая с германской *Fraunhofer program*: поддержка 71 кластера в ключевых технологических направлениях, развивается во Франции и носит название *Competitiveness Clusters*. Австралия развивает сотрудничество между академическими, государственными и промышленными научно-исследовательскими

организациями с целью коммерциализации инновационных разработок в рамках программы *Industry and Innovation Program*. Япония разработала и воплощает в жизнь поощрение исследований в области энергетики и производственных технологий согласно программе *New Energy and Industrial Technology Development Organization*. Также реализуется инициатива Общество 5.0, призванная решать социальные проблемы с помощью интеграции физического и киберпространства. Китай развивает высокотехнологичный сектор промышленности согласно программе *Made in China 2025*. Тайвань придерживается концепции развития *Industrial Technology Research Institute (ITRI)*. Финляндия реализует *Finland Science and Technology Council*. В Сингапуре разработана и внедряется *Future of Manufacturing Program*.

Технологическая революция проникает во все важнейшие сферы жизни, в том числе и сферу высшего образования и подготовки кадров. Высшее образование основной источник технологических разработок и инженерно-технических кадров. Однако следует отметить остро стоящий вопрос актуальности высшего образования в условиях перехода к новому технологическому укладу. В 2001 году Марк Пренски вводит и дает определения терминам *digital natives* (цифровое поколение, или цифровые аборигены) и *digital immigrants* (цифровые иммигранты). Представители цифровых аборигенов с раннего детства существуют в онлайн-пространстве, а цифровые иммигранты прожили значительную часть своей жизни и получили образование еще до того, как Интернет прочно вошел в нашу повседневную жизнь. Очевидно, что восприятие информации цифровыми аборигенами и иммигрантами различается. В условиях перехода к новому технологическому укладу задача работников образования – адаптироваться к потребностям цифровых аборигенов.

Переход к новому технологическому укладу предъявляет новые требования к качеству человеческого капитала: быстрое развитие существующих технологий и появление новых решений требует постоянного повышения квалификации и развития новых компетенций сотрудников. По информации исследования *Workforce 2020*, проведенного Оксфордским университетом, отмечу ряд выводов:

- Изменения в природе труда;
- Изменения в структуре рабочей силы;
- Непонимание между поколениями;
- Требования сотрудников;
- Недостаток лидерства;
- Вклад *HR* [1].

Основным навыком развития кадрового потенциала личности XXI века становится обучение всю жизнь в области: базовой грамотности (культура, IT, естественные науки, финансы и т.д.), развитие компетенций (критическое мышление, креативность, коммуникация и сотрудничество) и умение работать с меняющейся средой (адаптивность, лидерство, инициативность, социально-культурная осведомленность и т.д.). В связи с этим в образовательные программы включаются следующие дисциплины: информационная поддержка систем, управление информационными ресурсами и т.д. [2].

Очевидно, что окружающая среда динамично переходит в цифровую эпоху, а эпоха автоматизации производственных звеньев отстывает в прошлое.

Источники

1. Oxford Economics, The 2020 Workforce, 2014. Режим доступа: <https://www.oxfordeconomics.com>.

2. Надеждина М.Е. Актуальность применения информационных технологий на базе SAP в образовательной деятельности // Дни студенческой науки: сборник научных трудов международной студенческой конференции. Казань: Изд-во «Печать-сервис XXI век», 2018. С. 238-240.

ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ МОБИЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ульяна Олеговна Никитина¹, Римма Солтановна Зарипова²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
^{1,2}zarim@rambler.ru

Аннотация: В данной статье рассматривается актуальность использования мобильных технологий для организации современного обучения в высшем учебном заведении.

Ключевые слова: образование, мобильное обучение, интернет.

MOBILE EDUCATION OPPORTUNITIES AND PERSPECTIVES

Uliana Olegovna Nikitina, Rimma Soltanovna Zaripova

Annotation: In this article the urgency of the use of mobile technologies for the organization of modern education in a higher educational institution is considered.

Keywords: education, mobile learning, internet.

В современном мире повсеместно используется Интернет и мобильные устройства, которые стали частью нашей жизни [1]. Интеграция мобильных технологий в систему образования неизбежно. Такая технология называется мобильным обучением.

M-learning подразумевает использование мобильных и портативных IT устройств: смартфоны, смартбуки, нетбуки, ноутбуки и планшеты в преподавании и обучении. Обучение проходит независимо от местонахождения. Современный студент привык получать всю необходимую информацию при помощи смартфона.

Отметим, что каждый день обновляется большое количество программного обеспечения и доступ к документации производится именно через глобальную сеть Интернет. Обратим внимание на то, что студент – это начинающий специалист и разобраться в проблеме ему помогают Интернет-ресурсы [2]. Благодаря Интернету они могут понять проблему, найти её решение, и, возможно, самостоятельно ее исправить. Интернет предоставляет возможность заглянуть в большую базу знаний, где практически присутствуют ответы на интересующие вопросы.

Вместе с тем, студенту предоставляется широкая возможность посмотреть и проанализировать потенциальную профессию. Студент берет все знания из Интернет источника, а именно:

– курсы. Существуют платные курсы, где имеется возможность получить квалифицированный диплом. Набирается группа людей, им выдается структурированная информация, на основании которой студенты выполняют свою работу для получения сертификата [3]. Главное, чтобы курсы действительно были слушателю интересны, так как на основе диплома, то есть без фактических умений, получить желаемую работу не получится. Следует отметить, что есть и бесплатные курсы. Как правило, по ним тоже можно получить сертификат, но это скорее для собственного удовлетворения, хотя многие работодатели могут принять к сведению компетенции, которые предоставил пройденный студентом курс [4]; лекции. Предоставляют обширную теорию, которая может помочь при решении сложных задач. На различных образовательных ресурсах можно смотреть не только лекции российских преподавателей, но и зарубежных. Следует учесть, что такая большая возможность получения информации значительно помогает обучению. Все выше перечисленное можно найти на Интернет-ресурсах онлайн-образования, построенных по технологии массовых открытых онлайн-курсов.

Для условий непрерывного профессионального образования мобильные устройства и беспроводные технологии создают безграничные условия [5]. Большинство современных студентов технически и психологически готовы к использованию мобильных технологий в образовании. Таким образом, мобильные технологии позволяют расширить границы традиционного образования и повысить его эффективность.

Источники

1. Кривоногова А.Е., Зарипова Р.С. Современные информационные технологии и их применение в сфере образования // *Russian Journal of Education and Psychology*. 2019. Т. 10. №5. С. 44-47.
2. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Интернет как средство обучения // *International Journal of Advanced Studies in Education and Sociology*. 2018. № 2. С. 41-44.
3. Ширмамедова З.Н., Зарипова Р.С. Роль открытых электронных образовательных ресурсов в современном информационно-образовательном пространстве // *Учёные записки ИСГЗ*. 2019. Т.17. №1. С.536-539.
4. Галиуллина Э.Р., Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Организационный аспект открытых образовательных ресурсов // *Russian Journal of Education and Psychology*. 2019. Т. 10. № 11. С. 6-11.
5. Галиуллина Э.Р., Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Проблема возрастного цифрового разрыва современности // *Russian Journal of Education and Psychology*. 2019. Т.10. № 4. С. 25-29.

СОВРЕМЕННОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

Виктор Алексеевич Рукавишников¹, Мария Арнольдовна Прец²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹rukavishnikov_v@mail.ru, ²precmari@gmail.com

Аннотация: Предлагается системно-компетентностная модель и условия реализации формирования проектно-конструкторской компетенции для циркулярной экономики.

Ключевые слова: циркулярная экономика, системно-компетентностная модель, цифровой двойник, электронный учебный курс, дистанционное обучение.

MODERN PROFESSIONAL EDUCATION FOR THE CIRCULAR ECONOMY

Victor Alekseevich Rukavishnikov, Mariya Arnoldovna Prets

Annotation: We offer a system-competent model and conditions for implementing the formation of design competence for the circular economy.

Keywords: circular economy, system-competent model, digital twin, e-learning course, distance education.

В настоящее время четвертая индустриальная революция стремительно захватывает все новые и новые сферы профессиональной деятельности человека, на смену линейной экономики приходит качественно новая - циркулярная экономика.

Циркулярная экономика базируется на следующих принципах:

– **Возобновляемость.** Ориентация на возобновляемость ресурсов и повторного использования сырья в производстве.

– **Минимизация отходов.** Сведение отходов и загрязнения окружающей среды к нулю.

– **Высокотехнологичность.** Ориентация на современные и перспективные конкурентные технологии, такие как аддитивные и энергосберегающие технологии, параметрическое 3D-моделирование, широкое применение цифровых двойников и т.д.

– **Циркулярность производства.** Замкнутость технологического цикла, обеспечивающая минимизацию используемых ресурсов и себестоимости производства.

– **Адаптивность.** Способность предприятий мгновенно реагировать на вновь возникающие проблемы и технологические прорывы,

обеспечивая высокий уровень как технологической, так и кадровой конкурентоспособности предприятий.

– **Системность.** Современное производство циркулярного типа – это система нового уровня, в которой в качестве базиса выступает производство, а подготовка и переподготовка кадров становится её важнейшим надстроечным элементом. Цель надстройки (образования) должна постоянно корректироваться в соответствии с изменяющимися требованиями (или проблемами) базиса.

Реализация базовых принципов циркулярной экономики закладывается на стадии проектирования производственного цикла. Системно-информационным ядром на всех стадиях жизненного цикла изделия (от этапа проектирования до утилизации) выступает электронная 3D-модель (цифровой двойник).

Цифровой двойник – это виртуальная геометрическая 3D-модель, включающая в себя не только геометрические характеристики, но и массив необходимой информации, максимально приближающей модель к реальному объекту, системе или процессу. Именно цифровой двойник, объединяя отдельные этапы ЖЦИ в единую информационно-технологическую систему, позволяет создавать высокотехнологичные замкнутые производственные циклы, отвечающие базовым требованиям циркулярной экономики.

Смена технологического уклада, переход к циркулярной экономике представляет собой не что иное, как смену промышленного базиса и потребность в качественно новой надстройке – в новой системе подготовки специалистов циркулярной экономики.

К сожалению, совокупностно-компетентностная модель подготовки специалистов, рекомендуемая ФГОС, не отвечает современным требованиям и принципам производств циркулярной экономики. В КГЭУ (Рукавишников В.А.) разработана качественно новая системно-компетентностная модель базисно-надстроечного типа подготовки специалистов, способная быстро адаптировать профессиональную подготовку к постоянно изменяющимся требованиям развивающейся циркулярной экономики [1]. При смене (или изменении) цели подготовки специалиста данная системно-компетентностная модель обеспечивает автоматическое изменение целей всех элементов системы подготовки и последующего изменения учебных модулей.

Для реализации системно-компетентностной модели необходимо обеспечить следующие условия:

– **Электронный учебный курс (ЭУК)**, содержащий необходимую информацию как теоретического, так и практического характера, доступный обучающимся в любое время и в любом месте, в том числе в виде аудиовизуальных и мультимедийных материалов в формате 3D и 4D.

– **Программное обеспечение.** Обучающиеся должны иметь возможность устанавливать современное лицензионное программное обеспечение на своем компьютере и осуществлять учебную проектно-конструкторскую деятельность в любой точке земного шара.

– **Дистанционные технологии.** Возможность дистанционного обучения как на отдельных этапах, так и в процессе всего курса.

– **Командная работа над проектом.** Циркулярная экономика предполагает осуществление профессиональной деятельности в командном формате. Поэтому очень важно формирование способностей обучающихся работать в команде, в том числе удаленно друг от друга, используя облачные технологии.

– **Аддитивные технологии** в настоящее время находят широкое применение в промышленности, поэтому изучение и практическая реализация технологий 3D-сканирования и 3D-прототипирования в проектно-конструкторской подготовке обучающихся становятся актуальными.

– **4D проектирование.** Создание динамического прототипа объекта и процессов (моделирование работы систем, сборки и разборки изделий и т.д.).

В КГЭУ активно ведется научно-исследовательская работа в области подготовки специалистов для циркулярной экономики. На базе университета создается «Центр циркулярной экономики». Одно из базовых направлений подготовки специалистов (формирование проектно-конструкторской компетенции) реализуется на кафедре «Инженерная графика».

Впервые в России разработана и внедрена в учебный процесс дисциплина нового цифрового поколения «Инженерное геометрическое моделирование», являющаяся первым уровнем формирования проектно-конструкторской компетенции. Дисциплина построена на основе электронных 3D технологий от задания до архива полученных результатов. Включает электронный учебный курс, содержащий теоретическую и практическую информацию по дисциплине, в том числе мультимедийные материалы, что позволяет осуществлять изучение дисциплины дистанционно. Студентами используется лицензионное программное обеспечение мирового уровня, в том числе на личных компьютерах

обучающихся, что позволяет решать проектные задачи в команде и удаленно друг от друга. Активно внедряется в учебный процесс изучение 3Дпечати и 3D сканирования, а также параметрическое проектирование.

Для формирования практических способностей на кафедре созданы современные учебные и научные лаборатории по стандартам *Worldskills*, а также СКБ «ЭнергоCAD».

Источники

1. Рукавишников В.А., Хамитова Д.В., Уткин М.О. Цифровая экономика – новый базис профессионального образования: сб. тр. II Всеросс. нуч.-практ. конф. «Актуальные задачи и пути их решения в области кадрового обеспечения электро- и теплоэнергетики» (Москва, 17-19 окт. 2018). М.:, ООО «Центр полиграфических услуг «Радуга», 2018. 53-54 с.

2. Хамитова Д.В., Николаев К.В. Возможности использования цифровых технологий в преподавании графических дисциплин в геометрографической подготовке студентов // Материалы 30-й Всероссийской научно-практической конференции по графическим информационным технологиям и системам, "КОГРАФ-2020". Нижний Новгород: НГТУ, 2020 С.170-175.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ЭЛЕКТРОННЫМ СРЕДСТВАМ ОБУЧЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Александр Викторович Рытов¹, Александр Юрьевич Козиков²,
Дмитрий Леонидович Шулипенко³, Юрий Александрович Соболев⁴
^{1,2,3,4}ФГОУ «МВАА», г. Санкт-Петербург
^{1,2,3,4}kozikov78@mail.ru

Аннотация: Повсеместное распространение компьютерной техники порождает новые направления информатизации в области подготовки операторов сложных технических систем. В частности, средства информатизации применяются, как в собственно подготовке специалистов, так и при решении различных вопросов, связанных с организацией обучения.

Ключевые слова: подготовка операторов сложных технических систем, электронные средства обучения, электронные тренажеры.

DEFINITION OF GENERAL TECHNICAL REQUIREMENTS TO ELECTRONIC MEANS OF TRAINING OF OPERATORS OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

Alexander Viktorovich Rytov, Alexander Yurievich Kozikov,
Dmitry Leonidovich Shchulipenko, Yuri Alexandrovich Sobolev

Annotation: The widespread use of computer technology gives rise to new directions of informatization in the field of training of operators of complex technical systems. In particular, the means of informatization are used, both in the actual training of specialists and in solving various issues related to the organization of training.

Keywords: training of operators of complex technical systems, electronic training tools, electronic simulators.

Использование современных электронных средств обучения (ЭСО) начинает заметно влиять на подготовку высококвалифицированных кадров для эксплуатации сложных технических систем (СТС), создает условия для развития инновационных методов обучения.

Быстрыми темпами происходит внедрение электронных средств в учебный процесс всех высших учебных заведений.

Использование средств информационных технологий в системе подготовки операторов СТС приводит к обогащению процесса следующими значимыми возможностями:

– совершенствования методов и технологий профессионального отбора;

- повышения эффективности обучения за счет повышения уровня его индивидуализации и дифференциации, использования дополнительных мотивационных рычагов;
- организации новых форм взаимодействия в цепи «оператор-тренажер-инструктор» и изменения содержания и характера деятельности, обучающего и обучаемого.

В то же время использование электронных средств в процессе подготовки операторов СТС порождает комплекс проблем, связанных с разработкой соответствующего программного обеспечения.

Анализ качества ЭСО, применяемых для подготовки операторов показывает, что вопросы отбора и корректного представления в них содержательного материала остаются непроработанными.

Требуют совершенствования подходы к разработке структуры, интерфейса и визуального представления учебных задач, поскольку данные характеристики, составляя сущность информационной архитектуры электронных тренажеров (ЭТ), играют важную роль в повышении эффективности подготовки операторов.

Отдельную нерешенную проблему представляет собой разобщенность существующих электронных средств обучения.

Проведенные исследования позволили сформировать основу теории разработки и применения таких средств обучения.

ЭСО представляет собой совокупность графической, текстовой, цифровой, речевой, аудио, видео-, фото- и другой информации, обеспечивающее творческое и активное овладение операторами знаниями, умениями и навыками в изучаемых областях.

ЭСО существенно повышают качество визуальной и аудиоинформации, она становится ярче, красочнее, динамичнее.

Одними из основных видов ЭСО являются:

- электронные тренажеры;
- программные средства для контроля и измерения уровня знаний, умений и навыков обучающихся;
- программные средства для математического и имитационного моделирования;
- средства автоматизации профессиональной деятельности (промышленные системы или их учебные аналоги).

Электронные тренажеры предназначены для отработки практических умений и навыков. Такие средства особенно эффективны для обучения действиям в условиях сложных и даже чрезвычайных ситуаций при отработке противоаварийных действий, когда использование реальных

СТС или их элементов для тренировок нежелательно по целому ряду причин (расход моторесурсов, возможность создания аварийных ситуаций, повышенная опасность и т.п.).

Кроме этого, ЭТ используются для отработки умений и навыков решения задач. В этом случае они обеспечивают получение краткой информации по теории, тренировку на различных уровнях самостоятельности, контроль и самоконтроль.

На предварительном этапе разработки ЭТ должны быть определены:

- требованиями к составу ЭТ;
- методика (рекомендации) для разработки блока практических заданий;
- методика (рекомендации) для разработки контролирующего блока в виде тестовых и тренировочных заданий;
- методика (рекомендации) для разработки аудио- и видеофрагментов (иллюстративного материала);

Кроме того, при разработке ЭТ следует учитывать принцип интерактивности учебного материала.

Интерактивные средства дают возможность интегрировать различные среды представления информации, такие как текст, статическую и динамическую графику, видео и аудиозаписи, в единый комплекс, позволяющий номеру расчета стать активным участником учебного процесса, поскольку выдача информации происходит в ответ на его соответствующие действия.

Особое место занимает проблема учета психо-физиологических особенностей человека при реализации технологии создания электронных средств обучения.

Однако полноценное применение компьютеризированных технологий требует серьезной проработки проблемы взаимодействия человека и технических средств. Именно эта причина во многих случаях служит основанием для отказа от использования некоторых электронных средств обучения.

Объем информации, предлагаемый операторам за определенный промежуток времени, сильно варьируется в зависимости от их индивидуальных особенностей. Существует целый ряд формальных приемов, позволяющих выяснить имеющийся уровень знаний, однако опытные преподаватели «интуитивно» чувствуют настроение учеников, их контактность, готовность к восприятию материала и соответственно корректируют ход занятия. В этом одна из проблем электронных средств обучения – компьютер не может чувствовать эмоциональное состояние

человека. Очевидно, что достичь высокой эффективности процесса обучения можно только в том случае, когда не возникает информационной перегрузки.

Также, при создании ЭТ, следует учитывать принцип адаптивности к личностным особенностям обучаемого.

Чем больше органов чувств участвуют в восприятии учебной информации, тем легче она усваивается.

Основным критерием и подходом к оцениванию результатов обучения отдельного оператора (номера расчета) в рамках каждого сеанса работы с ЭТ является сравнение реальных знаний, умений и навыков оператора СТС с требованиями, сформулированными в курсе подготовки, сборнике нормативов.

Задания, предлагаемые операторам СТС для оценки результативности обучения, должны быть составлены таким образом, чтобы проверяемые ими знания, умения и навыки соответствовали требованиям программы обучения дисциплине.

При разработке электронных средств обучения необходимо учитывать форму и тип тестовых заданий.

Форма теста определяет его внешнее представление, а тип - содержательную сторону. Тип теста определяется характером внутренней мыслительной деятельности, которую должен выполнить учащийся при решении теста.

Задание, предлагаемое оператору СТС с помощью ЭТ, может состоять из нескольких вопросов, задач, и т.п. Возможно варьирование количества заданий, предоставляемых каждому обучаемому.

В этом случае тестирование, примененное на основе использования современных компьютерных технологий, обеспечивает ряд преимуществ, в числе которых:

- объективность оценки результатов;
- удобная форма выражения результатов;
- повышенная устойчивость к фальсификациям;
- высокая скорость обработки результатов;
- единство требований ко всем обучаемым.

Подсистема ЭТ, направленная на контроль и измерение результативности обучения операторов СТС должна обладать возможностями:

- предъявления вопросов типа «выбор одного ответа из многих»;
- адаптивного выбора следующего вопроса-задания в зависимости от правильности предыдущих ответов;

- включения в задание графических изображений;
- ведения журнала прохождения опроса;
- использования в дистанционном обучении.

При создании ЭТ необходимо предусматривать наличие подсистемы «автоматизированное рабочее место преподавателя» для ввода и корректировки вопросов, изменения характеристик задания, просмотра результатов и т.д.

В частности, при тестировании, проводимом с помощью ЭТ, компьютерная подсистема проверки результатов выполнения работы получает в качестве параметров ответы обучаемых.

Преподавателю автоматически отправляется сообщение с указанием следующей информации:

- наименование задания;
- время выполнения задания;
- фамилия обучаемого и номер учебной группы;
- перечисление номеров правильно выполненных заданий;
- перечисление неправильно выполненных заданий с указанием верных и полученных ответов;
- общая оценка за выполненную работу;
- число баллов, набранных за правильно выполненные задания, выраженное в процентах.

Разработка электронных средств обучения, невозможна без выработки и соблюдения комплекса требований к качеству ЭТ.

Процесс создания электронных средств обучения должен обеспечивать производство ЭТ, отвечающих системе технико-технологических, психолого-педагогических, эстетических, функциональных и эргономических требований.

К основным технико-технологическим требованиям относятся:

- максимальное использование современных средств мультимедиа;
- надежность и устойчивая работоспособность;
- гетерогенность (устойчивая работа на различных компьютерных и других аналогичных им средствах, предусмотренных спецификацией ЭТ);
- устойчивость к дефектам;
- наличие защиты от несанкционированных действий пользователей;
- эффективное и оправданное использование ресурсов;
- тестируемость;
- простота и надежность установки (монтажа, демонтажа).

В плане надежности ЭТ должен быть завершающим средством обучения, готовым к практическому применению. Должны отсутствовать

ограничения в надежности, обусловленные ошибками в реализации и (или) неполной реализацией его программных и информационных компонентов.

В ЭТ должны быть предусмотрены средства обработки нештатных ситуаций, вызванных некорректным функционированием:

- системного программного обеспечения;
- сопряженных приложений;
- аппаратного обеспечения (в том числе периферийных устройств);
- системы управления учебным процессом.

Таким образом, ЭТ должны соответствовать следующим основным требованиям:

- обеспечение запуска и завершения работы;
- настройка;
- обеспечение доступа к учебному материалу;
- навигация по учебному материалу;
- представление учебного материала и обеспечение взаимодействия с ним;
- моделирование изучаемых объектов и процессов;
- контроль знаний и умений;
- управление процессом обучения;
- служебные функции.

Эргономические требования к электронным тренажерам должны строиться с учетом специфики применения СТС, обеспечивать повышение уровня мотивации к обучению, устанавливать требования к представлению информации.

Основными эргономическими требованиями являются: требование удобства расположения операторов (номеров расчета) на рабочих местах, доступности аппаратуры и качественного усвоения информации, что позволит избежать отрицательного воздействия на психику, создаст благоприятную атмосферу в ходе тренировок.

Соответствие ЭТ особенностям применения СТС является одним из основных условий эффективности. Несоответствие этим требованиям приведет или к некачественному восприятию операторами (номерами расчета) части информации в ходе обучения, выходу СТС из строя или к невыполнению задачи.

Кроме этого, нельзя не отметить, что содержание всех, без исключения, ЭСО должно единообразно удовлетворять требованиям научности, логичности, полноты и концептуальной замкнутости.

Источники

1. Аткинсон Р. Человеческая память и процесс обучения. М.: Прогресс, 1980. 528 с.
2. Бодров В.А. Психология и надёжность: человек в системах управления техникой. М.: «Институт психологии РАН», 1998. 400 с.
3. Инженерная психология и синтез систем отображения информации. М.: Машиностроение, 1975. 396 с.
4. ГОСТ 29.05.008-96. Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения рабочего места диспетчера. М.: Издательство стандартов. 1996. 24 с.
5. Леонтьев А.Н. Автоматизация и человек. Хрестоматия по психологии / Под редакцией Душкова Б.А. М.: Высшая школа. 1991. 286 с.
6. Магид С.И. Теория и практика тренажеростроения. М.: МЭИ, 1998. 48 с.
7. Присняков В.Ф., Присняков Л.М. Математическое моделирование переработки информации оператором человеко-машинных систем. М.: Машиностроение. 1990. 248 с.

РОЛЬ И МЕСТО «ИННОКАМ» В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ РАЗВИТИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Даниил Константинович Селезнев¹, Олег Владимирович Пелевин²

¹ФГБОУ ВО «КФУ», г. Казань

²ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

¹bigbossutrinos229@gmail.com, ²Oleg.Pelevin@tatar.ru

Аннотация: В текущих условиях перспективы экономического роста состоят в переводе экономики, и, главным образом, промышленности, на инновационные рельсы развития [1,3]. Пример Республики Татарстан в части формирования инновационной инфраструктуры интересен, поскольку в регионе есть понимание роли и места экономики инноваций в процессе развития экономики, и этот процесс происходит осознанно, целенаправленно, системно, на проектной основе. «Камский инновационный территориально – производственный кластер «ИННОКАМ» можно позиционировать в качестве ядра инновационной инфраструктуры Республики Татарстан и примера трансформации промышленности агломерации на новой технологической основе [2,4,5]. Участников «ИННОКАМ» связывают кооперационные связи между предприятиями отрасли нефтехимии и автомобилестроения. Предприятия, входящие в кластер - звенья единой технологической цепочки, напрямую связанные с наукой и образованием.

Кластер расположен на территории 6 муниципальных районов Республики Татарстан, входящих в Камскую агломерацию, 3 из которых – моногорода, экономика которых до недавнего времени объективно находилась в точке бифуркации, и внедрение модели промышленного роста на инновационной основе позволяет решить ряд задач, стоящих перед экономикой региона: рост инновационного сектора экономики, который позитивно повлияет не только на макроэкономические показатели, но и на конкурентноспособность производимой продукции, на состояние окружающей среды, количество высокоэффективных рабочих мест с достойной заработной платой, социальную стабильность в регионе.

Ключевые слова: ИННОКАМ, кластер, наука, экономика, инновации, инфраструктура, передовая промышленность, Республика Татарстан.

THE ROLE AND PLACE OF «INNOCAM» IN THE TERRITORIAL DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Daniil Konstantinovich Seleznev, Oleg Vladimirovich Pelevin

Annotation: In the current conditions, the prospects for economic growth consist in the transfer of the economy, and, mainly, industry, to innovative development rails [1,3]. The example of the Republic of Tatarstan in terms of the formation of an innovative infrastructure is interesting, since the region has an understanding of the role and place of the innovation economy in the process of economic development, and this process occurs consciously, purposefully, systematically, on a project basis. “The Kama innovative territorial and production cluster“ INNOCAM ”can be positioned as the core of the innovation infrastructure of the Republic of Tatarstan and an example of the transformation of the agglomeration industry on a new technological basis [2,4,5]. The INNOCAM participants are linked by cooperation ties between the petrochemical and automotive industries. The enterprises

included in the cluster are links in a single technological chain that are directly related to science and education.

The cluster is located on the territory of 6 municipal districts of the Republic of Tatarstan that are part of the Kama agglomeration, 3 of which are single-industry towns, the economy of which, until recently, was objectively at the point of bifurcation, and the introduction of an innovative industrial growth model allows solving a number of problems facing the region's economy: growth of the innovative sector of the economy, which will have a positive effect not only on macroeconomic indicators, but also on the competitiveness of manufactured products, on the state of the environment, the number of highly efficient jobs with decent wages, and social stability in the region.

Key words: INNOKAM, cluster, science, economics, innovation, infrastructure, advanced industry, the Republic of Tatarstan.

Согласно Стратегии социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 г. приоритетными направлениями развития экономики региона станут инновационная экономика и экосистема инноваций. Формирование новой эффективной экономики, основанной на знаниях, развитие инновационной деятельности, высокотехнологичных секторов экономики, малого предпринимательства как основного проводника массовых инноваций – приоритетные направления инновационной политики Республики Татарстан. Инструментом реализации выступает кластерный подход к инновациям.

Усилившаяся дифференциация субъектов России по накопленному в регионе инновационному потенциалу и результатам его использования предопределяет необходимость соответствующего подхода к вопросам управления развитием и пространственной организацией региональной производственной инновационной инфраструктуры[8,9].

Республика Татарстан продуманно подошла к решению вопроса развития Камской агломерации на основе развития высокотехнологичных отраслей экономики, снятия инфраструктурных ограничений по ввозу сырья, вывозу готовой продукции. Идея развития Камской агломерации на новой технологической основе выросла из необходимости поиска новых решений и путей развития и реализации промышленного потенциала агломерации: создание центра «Иннокам» должно раскрыть промышленный и инновационный потенциал кластера и проявить себя в качестве новой модели роста, предполагающей интенсивное использование новых технологий в промышленности. «Иннокам» – самый масштабный проект территориального развития в России, объем заявленных инвестиций в его субпроекты равен 750 млрд. рублей [6,7,10,11].

В Республике Татарстан был разработан ряд стратегически важных для развития Камской агломерации документов: Стратегия социально-

экономического развития Республики Татарстан до 2030 года, Стратегия развития Камского кластера до 2020 года, Концепция создания территориально-обособленного Инновационно-производственного центра «ИННОКАМ» (далее – Концепция), в которых намечены пути инновационного развития входящих в кластер предприятий, а также позитивные измеримые эффекты территориального развития, которые будут достигнуты. Во всех перечисленных документах учтены имеющиеся в Камской агломерации недостатки в виде не лучшей инженерной, энергетической и транспортной инфраструктуры, а также преимущества территории в виде значительной численности населения, трудового потенциала, развитого промышленного комплекса и обеспеченность природными ресурсами. Когда поставленные в стратегических документах развития Камской агломерации стратегические инициативы: обеспечение глобального технологического лидерства, достижение мирового уровня развития технологического предпринимательства, формирование системы привлечения инвестиций мирового уровня, создание центра компетенций по «зеленым» технологиям мирового уровня будут реализованы, будут достигнуты декларируемые цели в упомянутых стратегических документах цели: развитие высокотехнологических производств с высокой добавленной стоимостью, кооперация в исследованиях и внедрении новых технологий, на основе которых будет достигнуто высокое качество жизни населения в агломерации – третье по Российской Федерации.

Решение о создании «ИННОКАМА» было принято в 2016 году на уровне руководства Российской Федерации, которое в полной мере осознавало необходимость регионального регулирования государством инновационного кластера. Государство должно регулировать рынок инноваций, так как в текущих условиях он определяет перспективы развития страны.

Производственная инновационная инфраструктура Республики Татарстан, обеспечивающая деятельность акторов региональной инновационной системы и их взаимодействие друг с другом и иными хозяйствующими субъектами, усиливает конкурентоспособность региона в борьбе за инвесторов и инноваторов. В рамках реализации Концепции было запланировано 79 инфраструктурных и инвестиционных проекта, большая часть которых касается трансформации транспортной инфраструктуры для целей повышения мобильности населения и грузов. Строительство трассы в районе села Соколка, сопряженная с возведением моста через Каму, значительно понизит загруженность трассы М7 «Волга» и повысит связность внутри агломерации и за ее пределами.

Концепцией предусмотрена реализация 5 основополагающих направлений:

- инфраструктура и агломерация (развитие транспортной, жилищной, логистической инфраструктуры);

- передовая промышленность (модернизация системообразующих отраслей и внедрение инноваций путём развития сформированных в Центре «ИННОКАМ» промышленных и инновационных кластеров);

- наука и инновации (развитие науки и высшего образования в целях кадрового обеспечения потребностей промышленности, эффективной передачи технологий от науки к промышленности и их коммерциализации, обеспечивающих развитие сектора высоких технологий);

- экология и культура (создание безопасной, экологичной, комфортной и «умной» городской среды, ориентированной на человека, а также развитие культурного потенциала Камской агломерации);

- институциональная среда (совершенствование условий для предпринимательства, повышение эффективности муниципального управления, упрощение взаимодействия населения с представителями государственных органов).

Концепцией предусмотрено 79 приоритетных инфраструктурных проектов: производственные, транспортные, социальные, в области энергообеспечения. Результатом реализации стратегических инициатив станет создание в кластере новых высокотехнологичных производств, конкурентоспособных на мировом уровне. Будет выстроена общая система социального, транспортного и инженерного обслуживания, что в конечном итоге приведет к формированию комфортной городской среды и повышению качества жизни населения, диверсификации экономики, в том числе экономики моногородов, входящих в Камскую агломерацию.

Успешность реализации Концепции зависит от предметной работы с федеральными органами исполнительной власти, госкорпорациями и институтами развития по выполнению соответствующей «дорожной карты», включению проектов в государственные, федеральные целевые и инвестиционные программы, а также продвижению законодательных инициатив республики по развитию отраслей нефтехимии, нефтепереработки и автомобилестроения.

Немало внимания в Концепции уделено роли автопроизводителей. Ключевая роль в этом кластере отводится КАМАЗу, который имеет собственную программу стратегического развития, предусматривающую реинжиниринг предприятия и создание перспективного семейства автомобилей: электробусов, коммунальной спецтехники на электротяге,

гибридных грузовиков, автомобилей на топливных элементах, а также беспилотников.

Сегодня ИННОКАМ- одна из основных точек роста экономики республики. Важная роль в развитии экономики Камского кластера отводится особой экономической зоне «Алабуга». Здесь выпускается высокотехнологичная продукция, направленная, прежде всего, на импортозамещение. Это автомобили, теплоизоляционная продукция, плиты МДФ, листовое стекло, стекловолокно и другие товары.

Синергетический эффект развития Камского кластера определяется пересечением двух крупнейших секторов экономики: автопрома и нефтехимии, соединением цепочек создаваемой в них добавленной стоимости в единую инновационную технологическую платформу. В кластере на стыке двух специализаций создаются новые производства в инновационных сферах экономики: IT-технологии, робототехника, аддитивные технологии, современные материалы, инжиниринг, зеленые технологии.

На сегодняшний день «ИННОКАМ» – крупнейший в России динамично развивающийся инновационный кластер: с 2013 года совокупный объем выручки предприятий-участников кластера вырос с 390 млрд рублей до 815 млрд рублей, а объем инвестиций – с 66 млрд рублей до 110 млрд рублей. В кластере производится половина полимеров стирола и синтетических каучуков России, каждый третий грузовой российский автомобиль и каждая вторая грузовая шина.

Большая заслуга в динамичном развитии кластера заключается в тесном взаимодействии бизнеса, науки и государства, которое обеспечивает специализированная организация кластера – Ассоциация «Иннокам». В составе кластера четыре университета: два национальных исследовательских, Казанский федеральный университет и Казанский энергоуниверситет. Они занимаются подготовкой кадров и научным сопровождением проектов участников кластера.

На территории кластера работает самая успешная в стране особая экономическая зона «Алабуга», созданы 3 территории опережающего социально-экономического развития (в г.Набережные Челны, Нижнекамске и Менделеевске), предоставляющие резидентам налоговые льготы, активно развивается один из крупнейших в Европе Камский индустриальный парк «Мастер». Всего за последние годы в «ИННОКАМ» создано более 20 индустриальных парков, промышленных площадок и бизнес-инкубаторов.

Согласно данным Министерства экономики Республики Татарстан по итогам I квартала 2020 года в ОЭЗ «Алабуга» в качестве резидентов привлечено 57 компаний, из них 30 компаний ведут промышленно-производственную деятельность. Объем инвестиций, освоенных резидентами ОЭЗ «Алабуга» за весь период деятельности, составил 137,06 млрд рублей. Создано свыше 6 971 рабочее место. Объем выручки от произведенной продукции нарастающим итогом с момента начала функционирования ОЭЗ «Алабуга» составил 500,07 млрд рублей.

Участники кластера активно взаимодействуют между собой, осуществляя совместные проекты. Успешно реализовано уже более 20 инновационных проектов, направленных на выпуск инновационной продукции, выход на новые экспортные рынки и создание импортозамещающих производств. Наиболее известный инновационный кластерный проект, поддержанный Минэкономразвития России - «Электробус» (инициатор проекта – ПАО «КАМАЗ»). По результатам реализации проекта был разработан новый тип автобуса на электрическом ходу. Сегодня в нескольких городах, в том числе в Москве, Казани, Набережных Челнах, проходят серийные испытания данного электробуса.

В 2018 году для поддержки участников кластера Ассоциацией «ИННОКАМ» реализован проект «Российский центр открытых инноваций «Инноскоп» (далее – Инноскоп). Инноскоп – это цифровая многопользовательская площадка для формирования российского рынка открытых инноваций через оперативное взаимодействие в сфере технологий и инжиниринга по принципу «от специалиста к специалисту».

Цель проекта - формирование рынка инноваций за счет обеспечения доступа к базе технологических заказов, существующих решений, а также высокотехнологического оборудования и услуг посредством выстраивания коммуникации между заинтересованными участниками.

Основной принцип работы портала Инноскоп заключается в использовании базы данных о технологиях, проектах и инжиниринге пользователями со стороны науки и бизнеса в единой среде и по единым «правилам игры».

Наличие актуальных баз дает возможность не только поиска и коммуникации, но и первичного анализа ресурсов и возможностей потенциального партнера, после чего рабочий контакт по проекту, минуя организационные барьеры инициации, сразу уходит из среды Инноскопа на стадию реализации.

В настоящее время не существует более полных баз высокотехнологичного оборудования, инжиниринговых услуг и

предложенных технологий, собранных на одной платформе. Площадка бесплатна для основных участников инновационного процесса.

Резиденты представлены тремя ключевыми кластерами: производство автомобилей и автокомпонентов, переработка полимеров в готовую продукцию, производство строительных материалов. Кроме того, реализуются проекты резидентов в сфере пищевой промышленности, деревообработки, производства стекла, композиционных материалов, машиностроения.

В республике действует 91 объект инфраструктуры (74 промышленные площадки и 17 промышленных парков), на которых осуществляют деятельность более 1,4 тыс. резидентов, создано около 27 тыс. рабочих мест. К концу 2020 года количество объектов инфраструктуры будет равно 100.

Камский кластер - важный шаг на пути комплексного развития Камской агломерации с целью снятия инфраструктурных ограничений, оказания содействия в развитии крупным предприятиям реального сектора экономики и повышения качества жизни населения.

В Республике Татарстан активно внедряются современные инструменты территориального развития: ТОСЭР, ОЭЗ, производственные кластеры, что влечет рост экономического благосостояния региона. В результате реализации инструментов территориального развития создано множество рабочих мест и привлечен большой объем инвестиций.

Вместе с тем авторы отмечают, необходимо активизировать работу с федеральными органами исполнительной власти, госкорпорациями и институтами развития по включению инфраструктурных проектов по развитию Камской агломерации в государственные, федеральные целевые и инвестиционные программы, а также продвижению законодательных инициатив республики по развитию отраслей нефтехимии, нефтепереработки и автомобилестроения.

Источники

1. Аганбегян А.Г. Уроки кризиса: России нужна модернизация и инновационная экономика // ЭКО. 2010. №1.
2. Алексеев, А. А. Теория инновационного развития. СПб.: Изд-во СЗТУ, 2003. 160 с.
3. Амосенок Э.П., Бажанов В.А. Методические подходы к анализу и оценке инновационного потенциала регионов // Регион: экономика и социология. 2008. № 4.

4. Варшавский, А. Е. О проекте МЭР «Инновационная Россия 2020» (стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г.) // Инновации. 2011. № 2 (148). С. 10-14.

5. Емельянов С.Г., Борисоглебская Л.Н., Мальцева А.Л. Теоретико-методологические вопросы разработки стратегии развития технопарков в современных условиях // Вестник экономической интеграции: научно-практический журнал. 2010. № 4. С. 24-33

6. Индикаторы науки: 2018: стат. сб. М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2018. 392 с.

7. Киселев С.В., Останина С.Ш., Водолажская Е.Л., Рыболовлева А.А. Жандарова Л.Ф., Останин Л.М., Анализ финансово-хозяйственной деятельности и диагностики предприятий и организаций в современных условиях / Казань: Казан. национальный исследовательский технологический университет. 2017, с.252.

8. Рахмеева И.И. Региональные особенности развития и пространственной организации производственной инновационной инфраструктуры: диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05 / Рахмеева Ирина Игоревна [Место защиты: Уральский государственный экономический университет]. Екатеринбург, 2015.

9. Шинкевич А.И., Галимулина Ф.Ф., Лубнина А.А. Управление развитием технологических платформ в инновационных секторах российской экономики: монография.

10. Zaraychenko I.A., Shinkevich A.I., Afanasyev A.A., et al. Innovation networks modeling within the concept of open innovations // International Journal of Economics and Financial Issues. 2016. Т. 6. № 1. С. 192-198.

О ВОСПИТАНИИ СТУДЕНТОВ ИСТОРИЕЙ

Зарина Ринатовна Слесаренко
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань,
RZarina78@mail.ru

Аннотация: В статье рассматривается проблема воспитания студентов историей с целью побуждения интереса к дисциплине, патриотизму, исторической памяти и получения фундаментальных знаний о важнейших фактах истории Государства и деятельности выдающихся личностей.

Ключевые слова: историческая память, патриотическое воспитание, историческая культура, патриотизм.

ABOUT EDUCATING STUDENTS WITH HISTORY

Zarina Rinatovna Slesarenko

Abstract: The article deals with the problem of educating students in history in order to encourage interest in discipline, patriotism, historical memory and obtain fundamental knowledge about the most important facts of the history of the State and the activities of outstanding personalities.

Keywords: historical memory, Patriotic education, historical culture, patriotism.

Проблема воспитания историей сегодня относится к числу важных и актуальных. Под историческим воспитанием следует понимать изучение истории Отечества, формирование чувства гордости и сопричастности к ее героическому прошлому, осознание исторической ответственности за события в обществе и государстве, а также понимание культур и традиций народов. Историческое воспитание является необходимым условием развития патриотической позиции личности.

Понятие «патриотизм» имеет широкую трактовку, поэтому сложно обозначить его конкретными определением. В переводе с греческого языка патриотизм – это соотечественник, земляк. В каждую эпоху исторического развития человечества понятие «патриотизм» имело небольшие социокультурные и ценностные различия в содержании. Однако общим и неизменным оставались такие понятия, как «любовь к Отечеству». Историк и крупнейший русский писатель своей эпохи Н.М. Карамзин, воплощавший идею добра в соединенной любви к отечеству и человечеству, выделял нравственные идеи патриотизма. В своей статье «О любви к отечеству и народной гордости» (1802 г.) Н.М. Карамзин анализирует чувство любви к отечеству и его природу. Так, со слов автора, любовь к отечеству может быть моральная, политическая и физическая,

когда человек любит и ценит место своего рождения; любовь к соотечественникам и к людям как социокультурная связь человека с обществом; политическая как высшая ступень любви к отечеству [3].

Сегодня патриотическое воспитания выступает в качестве нравственного и политического принципа – любовь к Отечеству и готовность подчинить свои интересы интересам государства. Патриотизм проявляется в чувстве гордости за достижения родной страны, в горечи за ее неудачи, в уважении к историческому прошлому своего народа, в бережном отношении к народной памяти и национально-культурным традициям [1].

В.В. Путин в своем выступлении отметил, что «для России высокие идеалы патриотизма имеют особую ценность: на них основана непобедимая сила духа нашего народа, которая не раз удивляла и восхищала весь мир» [4]. В связи с этим для любого государства патриотическое воспитание молодого поколения является важной и необходимой.

Воспитание патриотизма и гражданской позиции каждой личности невозможно без истории своей страны. Однако, сегодня, приходится констатировать, что у молодых людей нет интереса к изучению истории, а значит и нет даже элементарных знаний об истории нашей страны. К примеру, сегодня современный студент не может ответить на вопросы, ранее известные каждому, даже слабому школьнику. В итоге не все могут ответить на вопросы когда была Великая Отечественная война и с кем наша страна в этой войне воевала. Вместо этого мы нередко слышим нелепые ответы студентов на занятиях и на экзаменах. И получается, что первый президент России – это Ленин, Сталин и Ленин – это фамилии, а нашествие монголов на Русь было так давно, что трудно вспомнить, когда это было. На наш взгляд, подобного рода казусы возникают от того, что подрастающее поколение воспитывается больше не на изучении истории, а на окружающей действительности, на гаджетах.

Воспитывая нравственные качества подрастающего поколения, преподаватель должен сам любить и знать историю. Во время изучения того или иного материала предоставлять его в легкой, доступной и интересной форме, при этом преподаватель должен держать студентов в непрерывном потоке событий, поступков, имеющих нравственное содержание. На семинарских занятиях следует изучать исторические личности и их деятельность. Это заставит студентов задуматься над ценностями прошлого и проблемами морали людей, проживавших в разных исторических эпохах. Тем самым молодые люди начнут оценивать

и анализировать свои действия и поступки. Также в процессе проведения лекционных и семинарских занятиях можно задавать нестандартные вопросы, вопросы для размышления.

В процессе педагогической деятельности один из эффективных методов изучения истории и воспитания являются визуальные источники (карты, схемы, картины, рисунки, фотографии, презентации, документальные фильмы, кинохроники), которые выполняют функции актуализации знаний и формируют эмоционально-чувственный и воспитательный элемент. Часто молодым людям предлагается выполнить научно-исследовательскую работу (научная статья, презентация, проект). Студент выбирает конкретную тему (проблему), изучает ее, затем защищает. В дальнейшем с этой научно-исследовательской работой можно выступить на конференции или принять участие в студенческих конкурсах научно-исследовательских работ. Такой вид деятельности оставляет у студентов наиболее сильное впечатление. Особую популярность у студентов приобретает метод проведения круглых столов и диспутов на наиболее актуальные и насущные темы.

В воспитательных целях и нравственных ориентирах большое значение имеет патриотическое поведение личности в истории. Поэтому необходимо как можно больше называть имена людей как пример для подражания и патриотического воспитания. Вспомним, как еще в начале Первой мировой войны царица – супруга Николая II окончила курсы сестер милосердия и пошла работать операционной сестрой с целью помогать ближнему и страждущему. Александра Федоровна ассистировала при операциях, занималась перевязкой раненных, отвлекала больных разговорами, старалась чем-нибудь помочь им и их близким. Вслед за матерью последовали и дочери Николая II – Ольга Николаевна и Татьяна Николаевна [2]. Проявление патриотизма было естественным состоянием императорской семьи.

Начиная с Древних времен вплоть до современности, история России знает немало имен, чьи подвиги нельзя забыть, это Суворов А.В., Кутузов М.И, Котляровский П.С, Максудов А, Граббе А., Карягин П.М, Паскевич И (19 в.); Мамкин А.П, Макух А, Морозов Н.А, Гигорович И.К. (20 в.) и огромное количество других имен.

Таким образом, практика педагогической деятельности показывает, что изучение истории и воспитание историей – это единый неразрывный процесс. Учебная дисциплина «История» играет важнейшую роль в патриотическом воспитании студентов. Чем глубже знания молодого человека об истории своей страны, о великих политических деятелях,

великих подвигах ее народа, о том, какими тяжелыми событиями и неимоверными усилиями наши предки отстаивали и защищали Родину, строили и развивали страну, тем сильнее и крепче будет чувство патриотизма в душе и сознании молодого человека.

В 21-ом веке вопрос воспитания любви Отчизне стоит особо остро и является одним из важнейших. Поэтому задачей исторического воспитания является получение фундаментальных знаний о важнейших фактах истории Государства, о деятельности выдающихся соотечественников.

Источники

1. Антонова А.Д., Сафронова Е.С., Лучникова М.Д. Патриотизм в современной России: вопросы и проблемы // Молодой ученый. 2017. № 48. С. 296-299. [Электронный ресурс] Доступно по URL: <https://moluch.ru/archive/182/46892> (дата обращения: 13.02.2020).

2. Боханов А.Н. Патриотизм в реальной жизни // Литературный журнал Москва. Май 2015. Доступно по URL: http://moskvam.ru/publications/publication_1104.html (дата обращения: 12.02.2020).

3. Карамзин Н.М. О любви к отечеству и народной гордости // Н.М. Карамзин Избранные сочинения: в двух томах. Т. 2. М.: Художественная литература, 1964.

4. Путин: Патриотизм – стержень генетической памяти граждан России // ИА REGNUM. [Электронный ресурс] Доступно по URL: <https://regnum.ru/news/2513297.html> (дата обращения: 07.12.2020).

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Регина Маратовна Тахаутдинова¹, Римма Солтановна Зарипова²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
^{1,2}zarim@rambler.ru

Аннотация: В данной статье рассмотрены актуальные вопросы, касающиеся дистанционного обучения. В частности, стоит ли переходить на полное дистанционное и будет ли от этого польза.

Ключевые слова: дистанционное обучение, высшее образование, пандемия.

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF DISTANCE EDUCATION

Regina Maratovna Takhautdinova, Rimma Soltanovna Zaripova

Annotation: This article discusses current issues related to distance learning. Whether it is worth switching to full remote and whether it will be useful.

Keywords: distance learning, higher education, coronavirus.

2020 год начался с эпидемии коронавирусной инфекции. По всему миру были введены ограничения, без внимания не осталось и сфера образования. Все школы, колледжи и вузы были вынуждены перейти на дистанционное обучение.

Обучающиеся связывались с преподавателями при помощи информационных технологий. Были использованы программы для видеосвязи, такие как *Zoom*, *Microsoft Teams*, *Skype* и т.п. Во многих вузах были свои электронные онлайн системы, где студенты могли изучить материалы, которые были выложены преподавателями, а также обучающиеся могли отправлять туда свои работы на проверку. Также в обучении применялись различные онлайн курсы, вебинары.

Безусловно, это сказалось на успеваемости. Школьникам начальных классов пришлось непросто, так как сложно понимать материал в такой обстановке, а родители не всегда могут правильно объяснить его. Со студентами было намного проще, ведь студенты – взрослые самостоятельные люди, которые не нуждаются в объяснении материала на пальцах. В ходе социального опроса (рис. 1) выяснилось, что студентам нравится такой метод обучения. Появляется больше свободного времени, возможность какого-либо заработка. Не нужно тратить деньги на дорогу и проживание.



Результаты опроса

Кажется, что вот оно идеальное обучение, но так ли это на самом деле? Если обратить внимание на диаграмму (рис. 1), то людей с отрицательным мнением тоже не мало. Казалось бы что может не устраивать? Одни ведь плюсы. На самом деле это не так. У дистанционного обучения есть и свои минусы. Могут возникнуть неполадки с интернет-соединением. Такое вполне может случиться с обучающимися, которые живут в деревнях и селах, где связь очень плохая. Но все же одним из главных минусов является отсутствие живого общения. Можно приводить множество аргументов в пользу такого метода обучения, но оно никогда не заменит человеческих эмоций.

Ученики ходят в школу не только за получением знаний, но и для общения со своими сверстниками. На переменах они играют, веселятся. Именно в стенах школы дети становятся коммуникабельными, у них раскрываются таланты, способности, которые помогает раскрыть преподаватель. Когда обучение проходит дистанционно, то трудно наладить между учеником и учителем контакт, а также полностью отсутствует общение со своими одноклассниками. У детей пропадает интерес к учебе, они совершенно не воспринимают новый материал, а отсюда и отсутствие знаний.

Студенческие годы – это прекрасное время, которого ни в коем случае не стоит себя лишать. Эмоции о первой сданной сессии, о первой передаче никто не сможет передать словами, это нужно ощутить самому. Университет дает столько возможностей для развития, предоставляет лучшую технику для изучения, лаборатории с хорошим оборудованием. Обучают не только теорией, но и практикой. В дистанционном же формате такой возможности нет, даётся только теория.

В наше время информационных технологий не нужно забывать про мир, который находится за пределами монитора компьютера. Нужно ценить каждую секунду своей жизни и наслаждаться ею, общаться с людьми, развиваться, изучать науки, да и просто жить.

Какой же можно сделать вывод? Дистанционное обучение хорошо, когда оно в меру. Информационные технологии были, есть и будут помощниками человечества в решении множества вопросов и проблем, но они не должны быть основной частью нашей жизни и поглощать ее полностью.

Источники

1. Зарипова Р.С., Шакиров А.А. Роль когнитивных технологий в современном образовании // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2018. № 1-2 (11-12). С. 63-65.

2. Кривоногова А.Е., Зарипова Р.С. Современные информационные технологии и их применение в сфере образования // Russian Journal of Education and Psychology. 2019. Т.10. №5. С. 44-47.

3. Ширмамедова З.Н., Зарипова Р.С. Роль открытых электронных образовательных ресурсов в современном информационно-образовательном пространстве // Учёные записки ИСГЗ. 2019. Т.17. №1. С.536-539.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ВОЕННЫХ ИНЖЕНЕРОВ В ВЫСШЕМ ВОЕННОМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

Сергей Владимирович Угревский¹, Александр Фёдорович Халин²
Алексей Николаевич Чичков³
^{1,2,3}ФГОУ «Мваа», г. Санкт-Петербург
^{1,2,3}mvaa@mail.ru

Аннотация: В ходе анализа профессиональной подготовки военных инженеров в высшем военном учебном заведении установлено наличие ряда противоречий, которые предложено разрешить путём изменения порядка освоения военно-профессиональных модулей (ВПМ) и модулей общеобразовательных дисциплин.

Ключевые слова: военно-научный подход, боевая готовность, профессиональная подготовка, боевая подготовка, учебный процесс.

CONCEPTUAL MODEL OF PROFESSIONAL TRAINING OF THE MILITARY ENGINEERS IN THE HIGHER MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTION

Sergey Vladimirovich Ugrevskiy, Aleksandr Fedorovich Khalin,
Aleksey Nikolaevich Chichkov

In course of the analysis of the military engineering professional training in the higher military educational institution a number of contradictions were ascertained which were proposed to be resolved by changing the order of mastery of the military professional modules (MPM) and modules of the general educational disciplines.

Keywords: military scientific approach, combat readiness, professional training, combat training, educational process.

Организация учебного процесса в высшем военном учебном заведении является многофакторной научной задачей. Её предлагается рассматривать в нескольких аспектах: дидактическом, экономическом, социальном и военно-научном. Дидактический подход заключается в проектировании учебного процесса таким образом, чтобы гарантированно обеспечивалось достижение цели обучения. Экономический подход основан на проведении экономического анализа, позволяющего выделить экономически целесообразный вариант. Социальный подход направлен на учёт мотивации обучающихся для достижения максимальной эффективности учебного процесса. Под военно-научным подходом понимается использование при организации учебного процесса, как в

мирное, так и в военное время закономерностей и современных тенденций военного строительства и вооруженной борьбы [1].

Целью военного строительства являются мобильные, компактные, способные к эффективным действиям в любых условиях обстановки Вооружённые Силы. Боевая готовность Вооружённых Сил тесно связана с мобилизационной готовностью – состоянием, определяющим степень подготовленности к организованному проведению мобилизации. Одним из факторов успешного проведения мобилизации является наличие подготовленных людских ресурсов.

Результаты анализа тенденций изменения характера вооруженной борьбы дают основание говорить о расширении пространственного размаха военных действий, смещении акцентов огневого поражения от уничтожения войск (сил) противника к уничтожению критически важных объектов. Наличие высокой вероятности вывода из строя необходимых элементов инфраструктуры позволяет сделать вывод: организация обучения по интеллектуально-ёмким операторским военно-учётным специальностям (ВУС), обуславливающим необходимость применения высокотехнологичной учебно-материальной базы, организации её системы эксплуатации, в условиях ведения военных действий, представляется экономически не целесообразной.

Проблемы организации обучения военных инженеров предлагается рассмотреть на примере профессиональной подготовки специалистов, эксплуатирующих наиболее сложные электромеханические системы – ракетные комплексы и реактивные системы залпового огня. Структурное построение обучения операторов боевых расчетов ракетных комплексов к выполнению задач по предназначению включает этапы:

- индивидуальную подготовку в учебных подразделениях;
- подготовку в составе расчетов в ракетных формированиях для привития навыков коллективной деятельности;
- подготовку в составе подразделения и части для формирования навыков должностных лиц управлению действиями боевых расчетов.

Цель одиночной подготовки – дать военным специалистам знания, привить умения и навыки, необходимые для выполнения обязанностей по военно-учётным специальностям (ВУС) в бою, при обращении с военной техникой. В результате исследования профессиональной подготовки специалистов-ракетчиков по программе специалитета в Михайловской военной артиллерийской академии (МВАА) с позиций военно-научного подхода установлено:

из военных компетенций обучающиеся первого – третьего курсов обладают навыками обращения со стрелковым оружием, инженерными боеприпасами, средствами радиационной, химической и бактериологической защиты;

только после 6-го семестра обучающиеся получают необходимые военно-профессиональные компетенции и способны при переводе на военное время без доподготовки выполнять обязанности номеров расчета боевой машины РСЗО крупного калибра; после 9-го семестра - обязанности номеров расчета самоходной пусковой установки ОТРК;

в случае начала военных действий планируется продолжить обучение обучающихся 1 – 4 курсов по специальной программе.

Таким образом, установлены противоречия: между потребностями войск в подготовленных людских ресурсах и недостаточным количеством специалистов, имеющих ВУС; между существующими требованиями к обеспечению необходимых материально-технических условий процесса обучения и реальными возможностями обучения в условиях ведения военных действий. Наличие данных противоречий указывает на необходимость преобразований системы военного профессионального образования. На рис. приведена концептуальная модель профессиональной подготовки специалистов-ракетчиков.

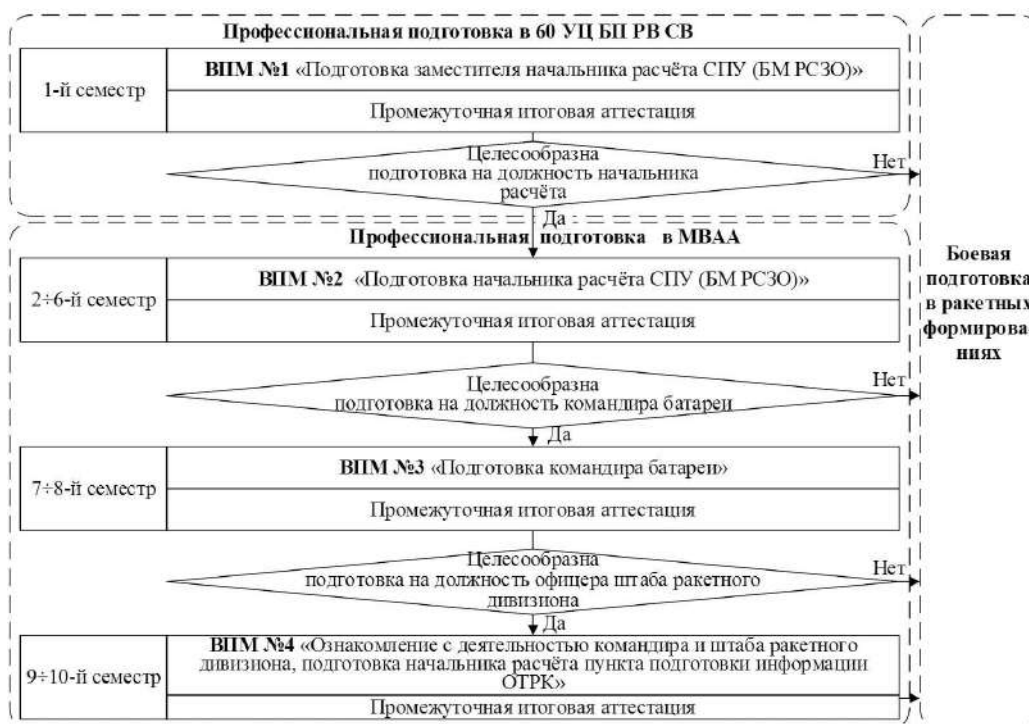
Первый семестр – профессиональная подготовка в учебном центре боевого применения ракетных войск Сухопутных войск (УЦ БП РВ СВ) по программе подготовки заместителя начальника расчёта СПУ (БМ РСЗО). На данном этапе происходит освоение военно-специальных дисциплин в следующей последовательности:

- изучение назначения и общего устройства изделий военной техники (ИВТ);
- изучение основ эксплуатации ИВТ;
- изучение обязанностей номеров расчета, основ тактики боевого применения ИВТ.

Привлечение обучающихся к проведению комплекса мероприятий, связанных с перевооружением рода войск на новые ракетные комплексы, тактическим учениям с пусками ракет (реактивных снарядов), стажировке в должностях командира отделения, заместителя командира взвода в учебных взводах, укомплектованных военнослужащими по призыву, несение службы в карауле будут способствовать:

- подготовке обучающихся к успешному выполнению боевых задач в современном бою;

- расширению профессионального кругозора;
- формированию высоких морально-боевых качеств и повышению мотивации на дальнейшую боевую учёбу;
- сокращению времени становления в должности по окончании обучения в вузе.



Концептуальная модель профессиональной подготовки специалистов – ракетчиков

Уже после завершения 1-го семестра обучения в УЦ БП РВ СВ специалисты-Оракетчики могут вступить в бой в случае начала военных действий. В ходе 1-го семестра естественным образом происходит своевременный отсев тех, кто не способен переносить тяготы и лишения военной службы, не мотивирован на дальнейшую учёбу в вузе. Привлечение преподавателей МВАА к проведению занятий с обучающимися в УЦ БП РВ СВ будет способствовать повышению их профессионального уровня за счёт обмена войсковым опытом с офицерами ракетных формирований в ходе проведения тактических учений и стажировок в различных войсковых должностях, а также взаимодействия с представителями оборонно-промышленного комплекса.

Второй – шестой семестр – обучение в МВАА по программе среднего профессионального образования с увеличением удельного веса военно-специальных дисциплин. На данном этапе происходит разделение по способностям к обучению интеллектуально – ёмким дисциплинам,

методическим навыкам и естественный отбор - выпуск специалистов с квалификацией «техник», воинское звание – прапорщик.

Седьмой – восьмой семестр – разделение по способностям к управлению подразделениями с использованием современных информационных технологий и естественный отбор - выпуск специалистов с квалификацией «бакалавр» и воинское звание по выпуску – лейтенант.

Выпускник академии, успешно сдавший все квалификационные испытания после 10-го семестра обучения, получает по выпуску квалификацию «специалист» и воинское звание – лейтенант. Он способен эксплуатировать все элементы комплекса средств автоматизированного управления войсками, разрабатывать полётное задание для высокоточного оружия большой дальности, управлять ракетными формированиями с применением современных информационных технологий и средств информационной безопасности, обучать подчинённых с использованием современных образовательных технологий, проводить прикладные научные исследования в интересах развития рода войск.

Успешное прохождение обучающимся промежуточной итоговой аттестации даёт ему формальное право перейти на следующий уровень подготовки. Зная о том, что карьерный рост зависит от полученной квалификации, обучающийся с первых дней своей профессиональной подготовки мотивирован на высокий результат. Задавая определённый «проходной балл», можно получить необходимое количество выпускников соответствующей квалификации. Определение потребностей в специалистах определённой квалификации предлагается осуществлять с помощью военно-научного прогнозирования на основе накопленных статистических данных.

С введением в действие предложенной системы изменится и порядок освоения ИВТ. По завершению обучения в УЦ БП РВ СВ, когда обучающиеся прошли специальную подготовку и обладают соответствующими компетенциями, удельный вес учебного времени сместится на тренировки по поддержанию навыков профессиональной деятельности. На тренировку прибывает один-два расчёта, с которыми преподаватель отрабатывает учебные задачи с учетом индивидуальных особенностей обучающихся. Учебное отделение при этом занимается самостоятельной подготовкой. В течение учебной недели через учебно-тренировочный комплекс (УТК) проходит всё учебное отделение. При этом более эффективно используется УТК и учебное время обучающихся.

Путём перемещения по времени освоения модулей военно-профессиональных и общеобразовательных дисциплин предлагается

разработать стройную, адаптивную, прагматичную систему профессиональной подготовки, способную повысить качество профессиональной подготовки выпускников, рационально использовать интеллектуальный потенциал обучающихся, повысить мобилизационный потенциал вуза.

Источники

1. Щулипенко Д.Л., Рытов А.В, Козиков А.Ю., Ситников С.П., Войнаш А.В., Михеев А.Ю. «К вопросу о создании межвидового центра боевой подготовки». Сборник материалов III Поволжской НПК «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве», Казань, Том 1. 2017. С.51.

ТОЛЕРАНТНОСТЬ, КАК СОЦИАЛЬНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ ВЫПУСКНИКА ВУЗА

Жанна Викторовна Федорова
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
fedorova_zhanna_v@mail.ru

Аннотация: Толерантность в статье рассматривается в качестве социальной и воспитательной доминанты общественных отношений. Соотносятся понятия «толерантность» и «интолерантность», указывается на их субъектно-объектный характер, основывающийся на диалектическом различии. Автор рассматривает вопросы становления толерантности студентов, предлагает гуманитарные образовательные стратегии, способствующие формированию данного социального и личностного качества.

Ключевые слова: толерантность, интолерантность, различие, образование, воспитание, гуманитарные стратегии.

TOLERANCE AS A SOCIAL COMPETENCE OF A UNIVERSITY GRADUATE

Zhanna Viktorovna Fedorova

Annotation: Tolerance is considered in the article as a social and educational dominant of public relations. The concepts of «tolerance» and «intolerance» are correlated, their subject-object character, based on dialectical differences, is indicated. The author examines the issues of the formation of students' tolerance, offers humanitarian educational strategies that contribute to the formation of this social and personal quality.

Key words: tolerance; intolerance, difference; education, education; humanitarian strategies.

Толерантность – существенная доминанта современных социальных отношений и процессов. Она является одним факторов гармоничной жизни человека и общества, влияет на отношения межличностного характера, на политику и этнополитику [см.: 1].

Этимологически понятие толерантности имеет латинское происхождение: «tolerant» переводится как «терпение». В соответствии со Словарем русского языка В. Ожегова, «терпеть» означает безропотно и стойко переносить что-нибудь, мириться с наличием, существованием кого-нибудь или чего-нибудь, поневоле допускать. Однако понимать толерантность только как терпимость узко и неэффективно, особенно в контексте образовательных и воспитательных технологий. Поэтому мы обратимся к более широкому значению понятия, связанному с

внимательностью к Другому, с восприятием бытия в его противоречивости.

Данная характеристика дает возможность рассматривать толерантность не просто как личностное качество, а как социальную компетентность, связанную с особенностями взаимодействия индивидов. Такое взаимодействие основывается на сходстве интересов, целей, ценностей, что обеспечивает стабильность любой социальной системы. В этом контексте отметим, что одной из задач любой образовательной организации любого уровня является формирование данного социального качества как стойкой осознанности. Воспитание толерантности у молодежи в целом и студенчества в частности дает возможность аннигиляции интолерантных проявлений в обществе.

Исследователи современных общественных и политических отношений и процессов указывают на то, что российскому менталитету понятие толерантности нередко чуждо: «Наше мышление характеризует скорее полярность, категоричность, нетерпимость» [2, с.156]. Более того, по результатам опросов, 67% респондентов в той или иной мере придерживается ксенофобских настроений [см.:3].

До недавнего времени казалось, что преградой от ксенофобии может служить мультикультурализм. В данном контексте мы рассматриваем его как элемент идеологической системы, основанной на отсутствии единой нормативной культуры в обществе, состоящем из множества этнических, расовых, религиозных групп.

Однако, как показывает практика, политические и социокультурные реалии, идеологема мультикультурализма своего потенциала не показала, наоборот, произвела эффект формирования фрагментированного, так называемого «атомизированного» общества, и единственное, что смогло утвердиться – это враждебность к чужим символам и культурным кодам, то есть то, что принято называть интолерантностью.

Проявления интолерантности различны – от индифферентности и безразличия до страха, агрессии и ненависти по отношению к людям иного этноса, расы, религии, образа жизни. Так или иначе, интолерантность ведет к усилению агрессивности, росту ксенофобии, национализма, расизма и других крайних проявлений. Ближайшими следствиями могут стать фактические – радикальные – действия, направленные на их реализацию. Противодействие им – сложный процесс, требующий дополнительных нравственных усилий, формирования определенных ценностных установок, толерантности как стойкой осознанности.

Наиболее эффективным средством, формирующим толерантность как качество личности и как социальную компетентность выпускника, является воспитание, включающее как образовательные, так и внеучебные технологии – гуманитарные стратегии, связанные с различными программами для детей и молодежи.

Можно выделить ряд методов и приемов по формированию толерантности, связанных с организацией деятельности студенческой молодежи. Например, это могут быть диалоговые формы (дискуссии, диспуты, дебаты) проведения мероприятий. Подобный формат позволяет сформировать умение слышать и слушать собеседника, даже если он придерживается противоположной позиции. На учебных занятиях, а особенно во внеучебное время, должно уделяться внимание патриотическому воспитанию, которое можно сочетать с приобщением к истории России и мировой цивилизации в целом. Этому могут способствовать, в первую очередь, дисциплины социально-гуманитарного цикла (История, Философия, Культурология).

Необходимо обратить внимание на воспитание исторической памяти, при этом большую ценность имеют этнографические знания учащихся о происхождении народов, с представителями которых они вместе учатся, о своеобразии национального этикета, обрядов, быта, одежды, искусства, художественных промыслов, праздников.

Реализации этой же цели способствует изучение языков – это один из лучших методов воспитания в духе терпимости, взаимодействия и взаимопонимания.

Методом формирования толерантных отношений является обучение асертивному мышлению. Асертивность – это способность не зависеть от внешних влияний и оценок, самостоятельно регулировать собственное поведение и отвечать за него. Как социальное и индивидуальное качество, асертивность является частью осознанности по отношению к окружающему миру. Она связана с позитивным поведением человека, который понимает собственные ценности, цели и права, при этом их же учитывает и в отношении других людей.

Воспитание толерантного сознания – дело не одного дня, эта деятельность должна объединить усилия разных специалистов – преподавателей, психологов, воспитателей, кураторов, лидеров молодежных организаций и объединений, относящихся к различным возрастным группам.

Источники

1. Философские и лингвокультурологические проблемы толерантности: Коллективная монография. М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2005. 542 с.; Динамика концепта «мигрант» в конструировании образа «Другого» в печатных российских СМИ // Информационное поле современной России: практики и эффекты: Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2017. С. 53-61.
2. Цветкова И.В. Идея толерантности и русская культура // Философия культуры-97: Человек в культуре и культура в человеке. Самара: СамГУ, 1997. С.156-157.
3. Отношение к мигрантам в России ухудшается «Левада-центр» // www.vedomosti.ru/politics/articles/2017/04/28/687871.

МЕТОД ОБОСНОВАНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫМ СРЕДСТВАМ ОСВОЕНИЯ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Александр Фёдорович Халин
ФГОУ «Мваа» г. Санкт-Петербург
mvaа@mail.ru

Аннотация: В результате проведенных исследований установлено, что отсутствие единых подходов к разработке концепции комплекса учебно-тренировочных средств (УТС) [1] освоения изделий военной техники (ИВТ) являются предпосылкой для снижения целевого и экономического эффектов от их применения.

В статье предложен метод прогнозирования качества УТС, являющийся составной частью механизма реализации закономерностей в области технического обеспечения освоения ИВТ.

Ключевые слова: Метод прогнозирования качества УТС, дерево целей и задач, изделие военной техники, учебно-тренировочные средства, тренажёр, прогнозирование качества.

FEASIBILITY STUDY METHOD REQUIREMENTS FOR TRAINING FACILITIES DEVELOPMENT OF MILITARY EQUIPMENT

Alexander Fedorovich Halin

Annotation: As a result of the studies, it was found that the absence of uniform approaches to the development of the concept of a complex of training facilities (UTS) [1] of the development of military equipment (IVT) are a prerequisite for reducing the target and economic effects of their use.

Keywords: Method for forecasting the quality of UTS, a tree of goals and tasks, a product of military equipment, training equipment, a simulator, and quality forecasting.

Анализ практики разработки УТС позволил выявить следующие характерные недостатки:

– заказчик ИВТ и УТС их освоения не имеет инструмента прогнозирования достижимых характеристик создаваемой сложной технической системы;

– учебно-тренировочные средства не рассматриваются как взаимосвязанный по целям и стадиям жизненного цикла комплекс средств;

– отсутствие в качестве ограничения допустимого срока освоения изделия ИВТ способствует росту сложности алгоритмов деятельности операторов, трудоёмкости обучения специалистов;

– отсутствие в качестве ограничения порогового значения коэффициента межпроектной унификации при разработке человеко-

машинного интерфейса ИВТ способствует росту номенклатуры парка тренажёров ИВТ;

– отсутствие в качестве ограничения порогового значения коэффициента загруженности оператора ИВТ способствует, в конечном итоге, снижению эффективности использования учебного времени обучающихся на групповых тренажёрах (тренажёрных комплексах), разрабатываемых для освоения ИВТ;

– отсутствие в качестве ограничения объёма выпуска тренажёров и экономически-целесообразного срока их поставки потребителю затрудняет планирование развития УМБ.

Ввиду отсутствия единых подходов стоимость реализации различных вариантов учебной информационной модели для подготовки специалистов, осуществляющих свою деятельность в однотипных системах «человек-машина», в отдельных случаях отличается на порядок.

На рис.1 представлена структурно-логическая схема разработанного метода обоснования технико-экономических требований к комплексу УТС. Всякому количественному анализу должен предшествовать качественный анализ, необходимый при выполнении таких его этапов, как формулировка целей и задач. В этой связи основным принципом методологии разработки ИВТ является правило: процесс принятия решений должен начинаться с выявления и чёткого формулирования конечных целей.

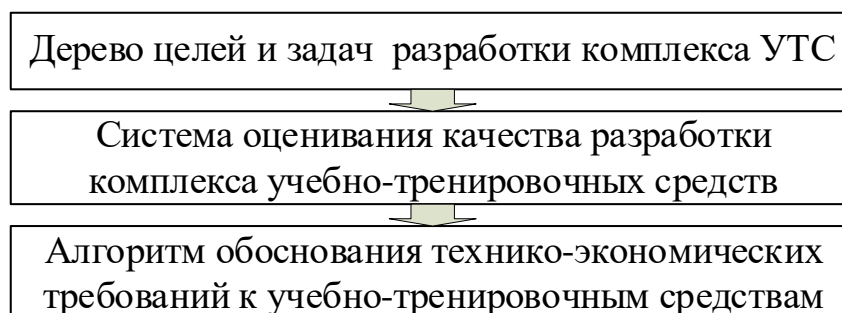


Рис. 1. Структурно-логическая схема метода обоснования технико-экономических требований к учебно-тренировочным средствам

Для осуществления целеполагания применён метод построения дерева целей, структурированы задачи, изложенные в нормативных документах [2, 3]. Сформированное дерево целей и задач разработки УТС, представленное на рис.2, наглядно демонстрирует роль каждого мероприятия и в соответствии с этим позволяет распределять и устанавливать сроки их выполнения, оценивать потребности в ресурсах и

специалистах, определять подходы к оцениванию качества проектных работ.

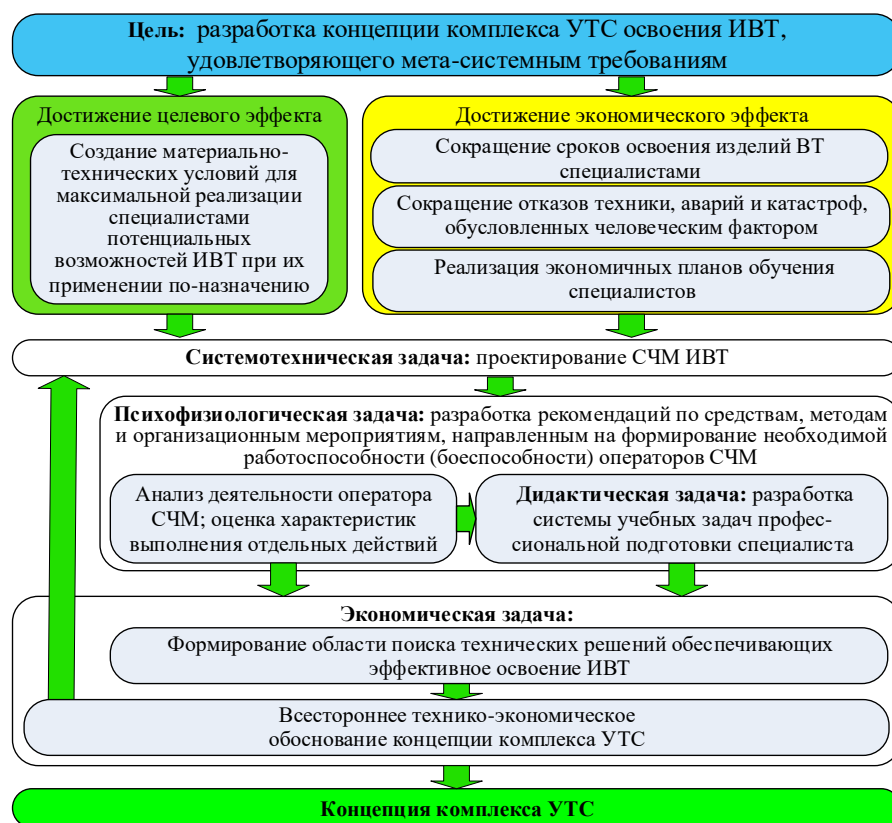


Рис. 2. Дерево целей и задач разработки учебно-тренировочных средств

В результате решения системотехнической задачи должны быть обеспечены заданные характеристики системы «человек-машина» (СЧМ) [4] ИВТ (надежность, точность, быстродействие).

Наиболее сложной, имеющей междисциплинарный характер, является психофизиологическая задача. Формирование интерфейса СЧМ ИВТ на эргономическом стенде позволяет приступить к анализу деятельности оператора, результатом которого должна стать система профессионально-важных качеств специалиста. На её основе предлагается решать дидактическую задачу – разрабатывать систему учебных задач профессиональной подготовки специалиста. Качество её решения определяет достижение целевого эффекта от использования разрабатываемого комплекса УТС.

Экономическая задача состоит в формировании различных способов достижения поставленной цели, во всестороннем их анализе и нахождении наиболее предпочтительного варианта. Задача построения системы предпочтений состоит в устранении неопределённости выбора предпочтительного (лучшего среди других) варианта. Декомпозиция

задачи обоснования требований к комплексу УТС отражает объективный процесс накопления знаний и уменьшение неопределённости в отношении исследуемых объектов.

Алгоритмический аспект исследований в направлении создания системы оценивания качества реализуется через структуру операций измерения и оценивания качества в алгоритмах оценки. С учётом специфики объекта проектирования и стадии жизненного цикла разработан алгоритм оценивания качества комплекса УТС освоения ИВТ, представленный на рис.3.

Отличительными свойствами предлагаемого алгоритма являются:

- наличие операции оценивания качества разработки ИВТ, применительно к решению дидактических задач;
- очерёдность оценки целесообразности автономного тренажёра ИВТ, учитывающая возможность получения исходных данных;
- наличие операции оценивания качества разработки комплекса УТС, позволяющей реализовать квалиметрический принцип групповой управляемости при разработке УТС освоения ИВТ аналогичного назначения.

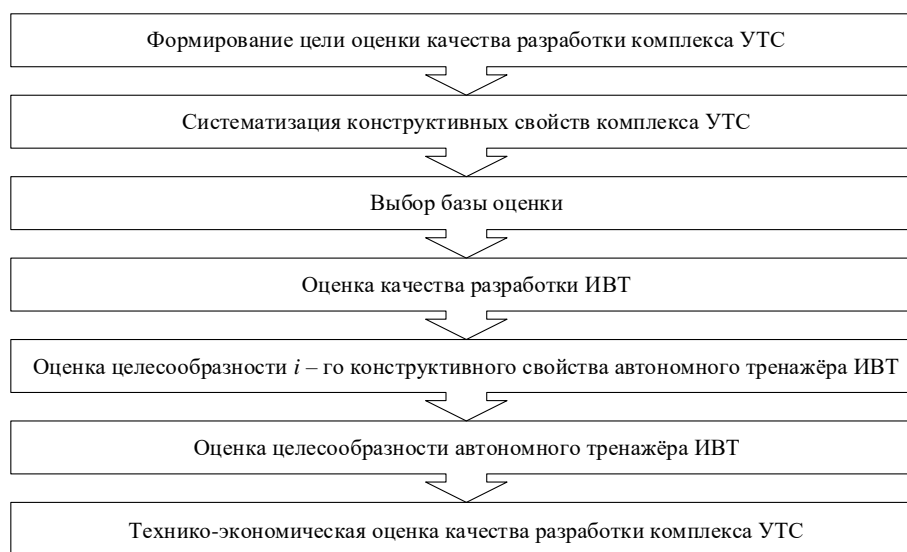


Рис. 3. Алгоритм оценивания качества разработки комплекса УТС освоения ИВТ

После операции синтеза тренажёра можно давать приблизительную оценку стоимости реализации его жизненного цикла. Состав комплекса УТС, тренажёра ИВТ, требования к конструктивным свойствам определяются на основе оценки целесообразности.

Для выбора оптимального решения в условиях наличия неопределённости предлагается использовать метод удельных показателей,

на основе выделения характеристик, величина которых обуславливает выбор между вариантами. Значение данных характеристик предлагается определять статистическим методом по значению соответствующих характеристик аналогов.

В целях определения технико-экономической реализуемости комплекса УТС предлагается применить метод нормативного прогнозирования, основанный на знании рациональных путей решения проблемы, системы исходных данных [5], заданных критериев, рассчитанных значений объёма выпуска тренажёров ИВТ, экономически целесообразного срока их поставки потребителю.

Результат решения экономической задачи представляет собой совокупность технико-экономических показателей:

- состав комплекса УТС и тренажёра ИВТ;
- конструктивные свойства тренажёра ИВТ (в соответствии с предложенной классификацией);
- ожидаемый экономический эффект от внедрения;
- объём требуемых ресурсов для реализации.

Сформированная концепция комплекса УТС является основой проекта ТТЗ на ОКР по созданию ИВТ и тренажёров его освоения.

По своему содержанию алгоритм обоснования технико-экономических требований к УТС является технологическим процессом, который включает: комплекс взаимосвязанных единым замыслом методов, способов, приёмов и процедур; сведения о исполнителях, нормативных документах, рекомендациях.

По своей физической сущности разработанный метод является методом прогнозирования качества УТС на стадии «исследование и обоснование разработки» [6]. На различных этапах, в целях прогнозирования качества УТС, предлагается применить методы: моделирования, аналогии, сравнения, упорядочения, экспертных оценок, прогнозирования. Реализация принципов военной экономики, теории вооружения и инженерной психологии делает разработанный метод универсальным.

Источники

1. ГОСТ РВ 52534-2006. Средства учебно-тренировочные изделий военной техники. Термины и определения.

2. ГОСТ РВ 0015-001-2011. Система разработки и постановки на производство военной техники. Основные положения.

3. ГОСТ РВ 0029-00.002-2018. Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения. Эргономическое обеспечение. Основные положения.

4. ГОСТ 26387-84. Система «Человек-машина». Термины и определения.

5. В.М. Буренок. Проблемы создания системы управления полным жизненным циклом вооружения, военной и специальной техники. Вооружение и экономика № 2, 2014 г. с. 4-9.

6. ГОСТ РВ 15.004-2004. Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Стадии жизненного цикла изделий и материалов.

ЭССЕ КО ДНЮ ПОБЕДЫ: АНАЛИЗ ТВОРЧЕСКИХ РАБОТ СТУДЕНТОВ КГЭУ, ПОСВЯЩЕННЫХ 75-ЛЕТИЮ ПОБЕДЫ СССР В ВОВ

Людмила Михайловна Хуторова
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
hutorova.lm@kgeu.ru

Аннотация: в статье анализируются творческие работы (эссе) студентов КГЭУ, посвященные 75-летию Победы СССР в Великой Отечественной войне. Автор приходит к выводу, что жанр эссе позволяет студентам – будущим инженерам проявить творческие способности, раскрывает их личностные особенности, способствует формированию патриотических установок. Данное задание является продуктивной формой самостоятельной работы в процессе освоения студентами дисциплины «История».

Ключевые слова: преподавание истории, эссе, творческая работа, самостоятельная работа, Великая Отечественная война, патриотические ценности и установки.

ESSAY ON VICTORY DAY: ANALYSIS OF CREATIVE WORKS OF STUDENTS OF KAZAN STATE POWER ENGINEERING UNIVERSITY, DEDICATED TO THE 75TH ANNIVERSARY OF THE VICTORY OF THE USSR IN THE GREAT PATRIOTIC WAR

Lyudmila Mikhailovna Khutorova

Abstract: the article analyzes the creative works (essays) of students of Kazan state power engineering University dedicated to the 75th anniversary of the Soviet Victory in the great Patriotic war. The author comes to the conclusion that the essay genre allows students – future engineers to show their creative abilities, reveals their personal characteristics, and contributes to the formation of Patriotic attitudes. This task is a productive form of independent work in the process of mastering the discipline "History" by students.

Keywords: teaching History, essays, creative work, independent work, the Great Patriotic war, Patriotic values and attitudes.

Современная концепция высшего образования базируется на компетентностном подходе, который включает в себя как профессиональные, так и общекультурные компетенции и способности. Дисциплина «История» относится к базовым дисциплинам гуманитарного профиля, и получаемые в ходе её освоения знания и навыки способствуют формированию общекультурных компетенций, осознанию студентами места и роли будущей инженерной деятельности в общественном развитии, умению аналитически мыслить, вести научную дискуссию. Эффективность учебного процесса обуславливают разнообразные формы и

методы, используемые в образовательной деятельности. По мнению специалистов, творческие задания в виде эссе соответствуют современным подходам в образовании. Данный жанр заданий позволяет пробудить интерес к изучаемому материалу, способствует эмоциональному осмыслению темы, позволяет нестандартно подойти к решению раскрываемой проблемы, может быть использован как одна из форм при дистанционном обучении студентов [1]. Понятие «эссе» подразумевает прозаическое сочинение небольшого объёма и свободной композиции, которое выражает персональные эмоции и суждения по конкретному поводу или вопросу, заведомо не претендующее на определяющую или исчерпывающую трактовку предмета [2]. 2020 год в России был объявлен Годом памяти и славы в ознаменование 75-летия Победы в Великой Отечественной войне. В порядок проведения мероприятий по данной теме серьёзные коррективы внесли противовирусные ограничения. В образовании акцент был сделан на дистанционные, электронные формы и методы обучения. В настоящей статье анализируются творческие работы (эссе) студентов КГЭУ, обучающихся по техническим направлениям. Работы посвящены 75-летию Победы СССР в Великой Отечественной войне, были выполнены в рамках самостоятельной работы студентов в процессе освоения дисциплины «История» на втором курсе обучения. Итоги данной деятельности были представлены на Международном конкурсе «История в биографиях» (организатор Уральский государственный педагогический университет при поддержке «Центра реализации студенческих проектов и программ») и на региональном конкурсе «Я помню, я горжусь!» (организатор Казанский кооперативный институт). Предъявленные организаторами конкурсов требования заставили студентов обратиться к биографическому аспекту изучения Великой Отечественной войны. Выбирая героя своей творческой работы, авторы продемонстрировали, как они понимают, кто достоин увековечивания памяти. Например, студенты посчитали, что уместно вспомнить о вкладе и заслугах выдающегося учёного-физика, лауреата Нобелевской премии Петра Леонидовича Капицы, академика Александра Андреевича Расплетина. Большинство студентов предпочли вспомнить родных и близких, героев-земляков. В качестве лейтмотивов своих работ авторы выбрали следующие вопросы: 1) Что позволило одарённым, неординарно мыслящим советским учёным в годы войны делать великие открытия и изобретения – страх или уверенность в необходимости внести свой вклад в победу? 2) Насколько тема героизма, проявленного в Великую Отечественную войну значима для настоящего поколения? 3) Значимость

биографий «рядовых» участников боев, без вклада которых, невозможна была бы Победа над врагом. В качестве критериев для оценки работы были обозначены следующие параметры: творческий подход; оригинальность текста; соответствие содержания работы заявленной теме; обоснование актуальности обозначенной студентом проблемы; выстраивание логической системы аргументов и их доказательств; оформление эссе в соответствии с требованиями, предъявляемыми к такого рода работам.

Анализ содержания работ позволяет сделать следующие выводы. Будущие инженеры испытывали серьезные трудности, формулируя ключевую проблему эссе, трудности были также и при выстраивании ими системы аргументов, порой студенты подменяли их фактами, и не были склонны делать выводы, обращаясь к общим фразам, или заменяли вывод литературными цитатами. Большие сложности возникали с оформлением собственного мнения, которое подменялось шаблонными фразами. Студенты охотно рассказывали о биографиях родных и близких людей, часто проводили параллели с жизнью своих современников молодых людей XXI-го века. Таким образом, обращение студенческой молодёжи в самостоятельной работе по дисциплине «История» свидетельствует о сложившейся у них гражданской позиции, востребованности как темы созидания и борьбы советских людей на благо Отечества, так и темы жертвенности, приношения своей жизни на алтарь Победы во имя счастья других поколений. Современное поколение ищет себя, своё место в мире и проблема самоидентификации, а вместе с ней и вопросы гражданского знания продолжают быть актуальными. Поэтому эссе как одна из форм самостоятельной работы позволяет более свободно и раскрепощенно проявить личное мнение, привнести творческое начало в образовательный процесс подготовки будущих инженеров.

Источники

1. Олещенко Л.М. Эссе в процессе преподавания социологии // Инновационное образование и экономика. 2010. № 6. С. 37-39.
2. Яни А.В. Эссе как форма оптимизации учебного процесса // Практико-ориентированное обучение: опыт и современные тенденции. Сб. мат. учеб.-метод. конф., 2017. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2017. С. 337-338.

СТАНОВЛЕНИЕ АРТИЛЛЕРИИ В СОСТАВЕ ВОЗДУШНО-ДЕСАНТНЫХ ВОЙСК В ПРЕДВОЕННЫЙ ПЕРИОД

Сергей Олегович Фомичев¹, Илья Владимирович Шманин²,
Константин Борисович Гришин³
^{1,2,3}ФГОУ «Мваа», г. Санкт-Петербург
^{1,2,3}Пуа.Shmanin.72@mail.ru

Аннотация: В работе представлено становление Воздушно-десантных войск в предвоенный период, и в их составе - подразделений артиллерии, как основной огневой силы десанта, действующего в тылу врага. Показана зависимость совершенствования структуры подразделений артиллерии ВДВ от наличия и возможностей военно-транспортной авиации и воздушно-десантной техники.

Ключевые слова: самолет, вооружение, парашют, динамо-реактивная пушка, артиллерийский дивизион.

THE FORMATION OF ARTILLERY IN THE AIRBORNE TROOPS IN THE PRE-WAR PERIOD

Sergey Olegovich Fomichev, Ilya Vladimirovich Shmanin,
Konstantin Borisovich Grishin

Annotation: The work presents the formation of the Airborne Forces in the pre-war period, and in their composition – subunits of artillery, as the main fire force of the landing force operating behind enemy lines. Shows the dependence of improving the structure of airborne artillery units on the availability and capabilities of military transport aviation and airborne equipment.

Keywords: aircraft, weapons, parachute, dynamo rocket cannon, artillery battalion.

В связи с появлением у противоборствующих сторон во время Первой мировой войны авиации, у военных теоретиков зародилась мысль, о возможной быстрой переброски войск в практически любой район боевых действий, где меньше всего ожидает противник. Первоначально рассматривалась переброска разведчиков и диверсантов в тыл врага, с последующей их эвакуацией. Эти мысли были реализованы: в 1916 году немецкие разведчики высадились в тыл российских войск, в 1918 году – в тыл английских войск. В конце войны в тыл немецкой армии были высажены французские диверсанты. Эвакуация осуществлялась теми же аэропланами, которые могли садиться на любую поляну, и взлетать с нее. Эти примеры показывали возможность переброски по воздуху небольших отрядов, которые могли захватить и уничтожить, или наоборот удерживать объект, например мост, или проводить диверсии, в целях оказания содействия главным силам.

Идеей переброски подразделений по воздуху пользовались и в Советском Союзе. Так 27 мая 1928 года тремя самолетами «Юнкерс-13» в нужное место и нужное время в пустыне Каракумы, было оперативно переброшено подразделение из 15 красноармейцев, во главе с командиром 84-го кавалерийского полка А. Б. Борисовым. Отряд, выполнив боевую задачу по уничтожению басмачей, так же, самолетами, 5 июля был успешно эвакуирован. Чуть позже, 23 апреля 1929 года, опираясь на опыт годичной давности, состоялась еще одна подобная операция: в район города Гарм из Термеза шесть самолетов перевезли по воздуху уже 45 бойцов кавалерийской бригады, во главе с комбригом Т. Т. Шапкиным и комиссаром бригады А. Т. Фединым. Десантники (именно так их можно назвать с полным на то правом), в бою за город Гарм, уничтожили банду басмачей, численностью 80 человек.

Командующий Ленинградским военным округом М. Н. Тухачевский начал активно пропагандировать идею создания специальных подразделений, предназначенных для быстрой переброски по воздуху. Такие подразделения, вооруженные, в том числе и тяжелым оружием, должны были самолетами вывозиться в тыл противника, и выполнять задачи по нарушению работы тыловой инфраструктуры врага: уничтожать склады, обозы, штабы, узлы связи, захватывать стратегически важные объекты — мосты, перевалы и т. д.

Идея парашютного десанта зародилась после посещения советской торговой организации «Амторг» Соединенных Штатов Америки, в составе которой был комбриг ВВС РККА Леонид Григорьевич Минов. На заводе кампании «Ирвин» в ходе проверки качества закупаемой продукции для спасения военных летчиков, ему предложили совершить прыжок с парашютом, что он и сделал 13 июня 1929 года, не имея до этого никакой специальной подготовки. Так он стал первым военным парашютистом. А уже 2 августа 1930 года на опытном показательном учении авиаторов Московского военного округа под Воронежем, был впервые высажен воздушный десант в составе 12 парашютистов. Это событие явилось предпосылкой для введения в практику военного дела принципиально нового способа боевых действий - выброски воздушного десанта в тыл противника, с последующим ведением наступательного или оборонительного боя, в зависимости от поставленных задач (Рис.№1).

Всего за 1930 год в СССР было совершено 84 показательных и тренировочных прыжка с парашютом.

Реввоенсовет Красной Армии, подводя итоги боевой и политической подготовки за 1929-1930 учебный год, одной из задач на 1931 г.

указывал: «...воздушно-десантные операции должны быть всесторонне изучены с технической, и тактической сторон штабом РККА, с целью разработки, и рассылки соответствующих указаний на места». Пунктом III совершенно секретной директивы Штаба РККА № 1/013295 от 18 апреля 1931 года в составе войск Ленинградского военного округа к 1 июня 1931 года было предписано создать «Опытный воздушно-десантный отряд»

Во исполнение директивы, к маю 1931 года, под Ленинградом, в составе 1 авиабригады, была сформирована первая воздушно-десантная часть - нештатный опытный авиамотодесантный отряд. В своем составе отряд имел одну стрелковую роту, саперный взвод, взвод связи, взвод легких машин, тяжелую бомбардировочную эскадрилью, состоящую из 12 самолетов ТБ-1, авиаотряд, состоящий из 10 самолетов Р-5.

Вооружение опытного авиамотодесантного отряда включало: стрелковое оружие, две танкетки Т-27, три легкие бронемшины Д-8, 10 грузовых и 16 легковых автомашин ГАЗ-А, четыре мотоцикла «Харлей-Девидсон» и один самокат (по современной терминологии - велосипед). Артиллерия отряда состояла из двух опытных 76-мм динамо-реактивных пушек (ДРП), разработанных талантливым конструктором Курческим Л.И.

Изначально, авиамотодесантный отряд мог десантироваться только посадочным способом. Это не в полной мере соответствовало концепции «глубокой операции», которую разрабатывал командующий ЛенВО М.Н. Тухачевский. По его указанию, 6 июня 1931 года, в составе 1 авиационной бригады ВВС ЛенВО, был сформирован еще один нештатный парашютно-десантный отряд, главной задачей которого был захват и удержание аэродромов, площадок для обеспечения высадки главных сил посадочного десанта. Начались эксперименты по составу и способу десантирования (парашютный и посадочный). Показательные и тренировочные прыжки отряд проводил на Комендантском аэродроме, и в районе Пулковских высот. На этих прыжках отрабатывались варианты крепления оружия к парашютисту во время выполнения прыжка, испытывалась возможность стрельбы в воздухе – это все пока было не изучено, не испытано в реальном деле.

Наиболее значительные эксперименты были проведены на учениях в Ленинградском и Украинском военных округах. 14 сентября 1931 года на учениях УкрВО в районе Могилевки, в составе парашютного десанта были десантированы две 76-мм динамо-реактивные пушки (Рис.№2).

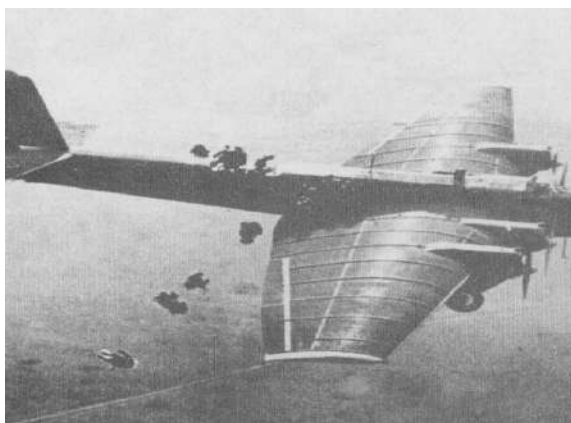


Рис. 1. Десантирование личного состава из самолета Т



Рис. 2. Сброшенная на парашюте 76-мм ДРП распакована и собрана десантниками

На одном из самолетов ТБ-1 привезли автомобиль ГАЗ-А (пикап был подвешен под днищем бомбардировщика), с другого произвели демонстрационный сброс трехместной подвесной кабины – «авиабуса» (Рис. №5,6).

Параллельно с экспериментами по применению воздушных десантов, советскими учеными из НИИ ВВС создавалась специальная воздушно-десантная техника, которая позволяла десантировать технику, оружие и боеприпасы к ним различными способами: как посадочным, так и парашютным. Разрабатывались мягкие мешки, короба и специальные контейнеры, которые крепились на внешней подвеске самолетов Р-1, Р-5, ТБ-1, ТБ-3.



Рис. 3. ГАЗ-А на подвеске ТБ-3



Рис. 4. ТБ-1 с опытным образцом подвесной десантной кабины КП-1

На учениях 14 сентября 1931 года две 76-мм ДРП были десантированы в разобранном виде, на каждую ДРП было два контейнера. Боеприпасы десантировались отдельно, в контейнерах, по 7 штук в каждом. К исходу 1932 года на вооружение были приняты мягкие мешки Г-4, жесткие кораба Г-5, Г-6, Г-7, которые имели различную грузоподъемность (Рис.№5,6).

Организационно-штатная структура отрядов так же подверглась реорганизации. В начале 1932 года, на базе нештатных авиамотодесантного и парашютно-десантного отрядов, решением Реввоенсовета СССР в Ленинградском военном округе был сформирован уже штатный авиамотодесантный отряд, получивший название «Отдельный отряд №3».



Рис. 5. Мягкие мешки Г-4 на подвеске самолета Р-5



Рис. 6. Самолет Р-5 с подвесными кабинами Г-61 конструкции Гроховского

В отряде были три стрелковые роты, имеющие в своем составе средства связи, танкетки, автомобили, мотоциклы и по две 76-мм ДРП-4. Авиационная техника, средства десантирования продолжали совершенствоваться. Это не могло не принести результаты, на основании которых, Постановлением Реввоенсовета СССР от 11 декабря 1932 года было решено организовать новые соединения и части РККА. В соответствии с этим постановлением, на базе отдельного отряда №3 ЛенВО в 1933 году была сформирована 3-я авиационная бригада особого назначения (АБОН).

Бригада имела в своем составе парашютный батальон, в каждой роте которого имелся артиллерийский взвод двухорудийного состава (76-мм ДРП-4), мотомеханизированный батальон, артиллерийский дивизион, состоящий из трех батарей, в каждой - по четыре 76-мм орудия ДРП-4. Такой состав соответствовал штату общевойсковой соединения. Так же в состав бригады входили подразделения обеспечения и летная группа.

В 1933 году в Московском, Белорусском, Украинском, Приволжском военных округах были сформированы четыре авиационных батальона

особого назначения. В каждой роте батальона имелся двухорудийный взвод 76-мм ДРП-4.

В сентябре 1933 года на артиллерийском полигоне в районе н. п. Струги Красные под Псковом, прошли специальные опытные учения, которыми руководил лично М. Н. Тухачевский. Задачей десанта на этих учениях был захват обозначенного им рубежа. По площадке приземления (обозначенной несколькими мишенями) был нанесен реальный артиллерийский удар. Сразу после этого удара на площадку был десантирован отряд из состава 3-й авиадесантной бригады. Десантники захватили указанный им рубеж, заняли оборону, а спустя некоторое время успешно отразили атаку условного противника. Таким образом, на практике была проверена возможность артиллерийского подавления возможного сопротивления противника в районе площадки десантирования.

Основным артиллерийским орудием авиадесантных частей оставались 76-мм динамо-реактивные пушки, но в отдельных подразделениях на вооружении имелись 37-мм противотанковые пушки образца 1930 года, 76-мм горные пушки образца 1909 года, и 76-мм полевые пушки образца 1927 года.

При этом артиллерийские подразделения в основном, предполагалось десантировать посадочным способом. Для обеспечения транспортировки и десантирования вооружения, авиационной промышленностью проводилась большая работа по разработке воздушно-десантной техники (ВДТ). В 1932 году заработал экспериментальный завод по строительству образцов ВДТ. Огромную работу по ее созданию и совершенствованию, проделало особое конструкторское бюро, под руководством талантливого изобретателя и летчика П.И.Гороховского, которое создало достаточное количество ВДТ для транспортировки под фюзеляжем самолета различных образцов техники, в том числе, и артиллерийских орудий. Еще до открытия завода, в 1931 году, возглавляемое им ОКБ, провело испытания специальной подвески для перевозки артиллерийских орудий на внешней подвеске, с последующим десантированием их посадочным способом. А уже в 1932 году, ОКБ испытала уже парашютную платформу ПД-О, на которой десантировалась парашютным способом 76-мм горная пушка образца 1909 года. Принцип был следующим: пушка подвешивалась между стойками шасси бомбардировщика ТБ-1 (ТБ-3), а парашют в коробе цилиндроконической формы крепился на бомбодержателе под фюзеляжем.

К началу 1935 года были приняты на вооружение специальные подвески: универсальные рамки для посадочного десанта ПГ-12, и для парашютного десанта – ПГ-12П. К ПГ-12П крепилась грузовая платформа ГП-1, которая позволяла перевозить и сбрасывать с парашютом одновременно 76-мм полковую пушку образца 1927 года, и 45-мм противотанковую образца 1932 года. К сожалению, наладить серийное производство ВДТ для десантирования артиллерийского вооружения парашютным способом не получилось. (Рис.7, 8).

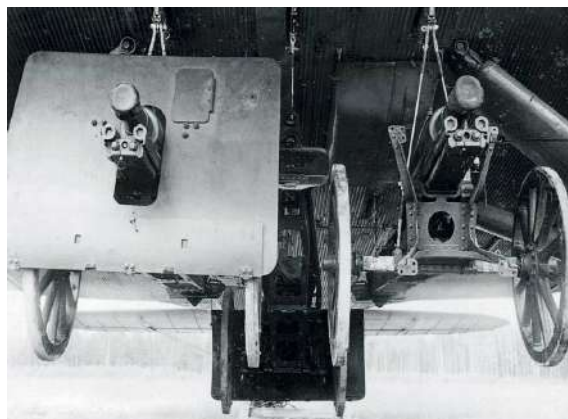


Рис. 7. 76-мм пушки подвешены подТБ-3

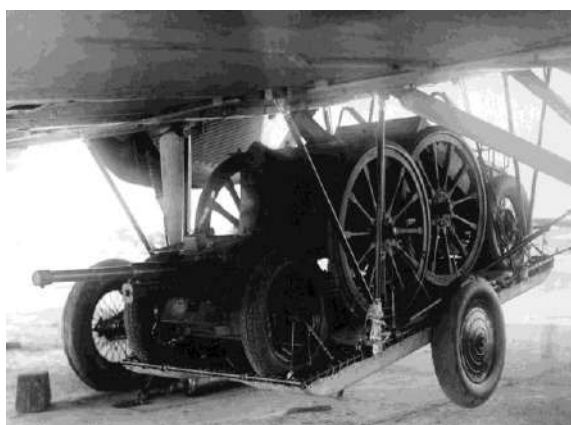


Рис. 8. Орудия на платформе

К концу 30-х годов продолжалось реформирование структуры воздушно-десантных соединений и имеющегося вооружения, в том числе, и артиллерийских систем.

В 1937 году 76-мм ДРП вследствие серьезных конструктивных недостатков была снята с вооружения. Конструктор Л.В. Курчевский был обвинен в участии в военном заговоре и расстрелян, а все имеющиеся в войсках и арсеналах орудия, пошли на металлолом. На вооружение артиллерийских подразделений воздушно-десантных бригад поступали: 76-мм горная пушка образца 1909 года, 76-мм пушка образца 1927 года,

37-мм противотанковая пушка образца 1930 года, 45-мм противотанковая пушка образца 1932 года, 82-мм батальонный миномет образца 1936 года.

К 1938 году на базе имеющихся авиадесантных частей было создано шесть воздушно-десантных бригад: 201 (г. Пушкин), 204 (г. Житомир), 214 (г. Марьина Горка, БелВО) воздушно-десантные бригады в Европейской части СССР, и на Дальнем Востоке – 202 (г. Хабаровск), 211 (п. Черниговка, Уссурийский Край), 212 (п. Куйбышевка Восточная, Амурская обл.) воздушно-десантные бригады. В каждой бригаде был отдельный артиллерийский дивизион, имевший в своем составе две четырехорудийные батареи 76-мм пушек и 45-мм (37-мм) противотанковых пушек, минометная рота, состоявшая из восьми 82-мм минометов.

В предвоенные годы, воздушно-десантные бригады состояли из парашютно-десантной и посадочной групп. Артиллерийские подразделения предполагалось десантировать либо посадочным способом, либо на планерах.

К началу войны было сформировано, или находились в стадии формирования пять воздушно-десантных корпусов (ВДК), в стадии формирования находилось одиннадцать воздушно-десантных бригад. И если личным составом соединения были в основном, укомплектованы, то вооружения и военной техники не хватало.

В состав отдельного артиллерийского дивизиона бригады ввели минометную роту, и увеличили на одну батарею 45-мм противотанковых пушек. В батальоны бригады были введены взводы 50-мм минометов образца 1938 и 1940 годов. По мере поступления в войска 45-мм противотанковых пушек образца 1937 года, заменялись 37-мм противотанковые пушки.

Активный рост Воздушно-десантных войск значительно опережал возможности авиации. Те самолеты, которые имелись на вооружении, не соответствовали требованиям ВДВ. Военно-транспортной авиации практически не существовало, за исключением ограниченного количества ЛИ-2. Бомбардировщики ТБ-1 и ТБ-3 не удовлетворяли требованиям транспортно-десантного самолета. Они были слишком тихоходны и имели малую «десантоемкость». Отставание военно-транспортной авиации привело к тому, что, несмотря на накопленный опыт, полученный в мирное время, в Великую Отечественную войну проводились лишь Вяземская и Днепровская воздушно-десантные операции. В этих операциях артиллерия практически не десантировалась, за исключением ограниченного количества 50-мм и 82-мм минометов с очень

ограниченным количеством боеприпасов. Соответственно, эти артиллерийские подразделения существенной роли на ход операций не сыграли.

Можно сделать вывод, что артиллерия ВДВ, как и другие подразделения ВДВ, как в предвоенный период, так и в современное время имеют прямую зависимость от наличия и возможностей имеющихся самолетов, и средств десантирования. С развитием авиации и воздушно-десантной техники, совершенствовались как само артиллерийское вооружение, так и организационно-штатная структура артиллерийских подразделений, а так же способ десантирования (посадочным или парашютным способом).

Источники

1. Алехин Р.В. Воздушно-десантные войска. История Российского десанта. М.:Эксмо, 2009. 2 с.
2. Грехнев А.В. Артиллерия ВДВ. Техника и вооружение 2006. № 5. 10 с.
3. Маргелов В.Ф., Лисов И.И., Самойленко Я.П., Ивонин В.И. Советские воздушно-десантные: Военно-исторический очерк. М.: Воениздат, 1980. 19 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЕМ ТРЕНИРОВОК ОПЕРАТОРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА

Дмитрий Леонидович Щулипенко¹, Александр Юрьевич Козиков²,
Александр Викторович Рытов³
^{1,2,3}ФГОУ «Мваа», г. Санкт-Петербург
^{1,2,3}kozikov78@mail.ru

Аннотация: В данной статье рассмотрен процесс внедрения автоматизации в подготовку операторов сложных технических систем, что позволит в полной мере использовать возможности технических средств обучения, оценивать и учитывать, за счет создания электронной базы данных, уровень подготовки как отдельного оператора, так и расчета (экипажа) в целом, отслеживать техническое состояние тренажерных средств и своевременно вводить коррективы в процесс обучения.

Ключевые слова: тренажерный комплекс, тренировка, подготовка операторов, технические средства обучения.

AUTOMATED CONTROL OF TRAINING OF OPERATORS OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS USING SIMULATOR SYSTEM

Dmitry Leonidovich Shchulipenko, Alexander Yurievich Kozikov,
Alexander Viktorovich Rytov

Annotation: This article considers the process of introducing automation in the training of operators of complex technical systems, which will make it possible to fully use the capabilities of technical training tools, evaluate and take into account, through the creation of an electronic database, the level of training of both the individual operator and the calculation (crew) as a whole, monitor the technical condition of training tools and timely introduce adjustments to the training process.

Keywords: training complex, training, training of operators, technical means of training.

Проблема эффективного использования технических средств обучения является одной из самых важных и сложных в профессиональной подготовке операторов сложных технических систем. Особое значение она приобретает, если речь идет об использовании не единичных тренажеров, а систем, объединяющих большое количество тренажерных средств.

В последние годы в мире значительно возросла доля современных и, как следствие, сложных технических систем, эксплуатация которых требует высокого уровня подготовки расчетов. Увеличение масштабов использования тренажеров, создание специализированных тренажерных комплексов (ТК), с помощью которых осуществляется подготовка таких

специалистов, ставит проблему автоматизированного управления средствами тренажерной системы.

В числе задач автоматизированного управления можно выделить задачи оперативного контроля и управления ресурсами ТК, контроля начала, продления и завершения тренировок, автоматизированного контроля и диагностики состояния технических средств, восстановления средств и структуры систем при сбоях и отказах, сохранения и документирования результатов тренировок.

В общем случае организация проведения тренировок на базе тренажерных систем должна включать в себя:

- разработку плана проведения тренировок на учебный период;
- распределение технических средств ТК в соответствии с планом проведения тренировок;
- проверку функционирования элементов ТК и определение их готовности к проведению тренировок;
- управление функционированием элементов ТК в процессе тренировки;
- контроль функционирования элементов ТК в процессе тренировок;
- выдачу заявки начальнику ТК на внеплановое продление тренировки;
- определение возможности и длительности продления тренировки;
- корректировку графика распределения технических средств ТК в связи с необходимостью продления плановых и проведения неплановых (не предусмотренных на данные сутки) тренировок или в случае отказа отдельных элементов ТК;
- обеспечение режима воспроизведения тренировки для проведения разбора работы операторов в процессе тренировки;
- обеспечение отработки и уточнения методики проведения тренировок руководителями тренировок.

Рассмотрим содержание и особенности каждого вида работ.

План проведения тренировок является основным руководящим документом, определяющим количество, последовательность и содержание (номер отрабатываемых упражнений) тренировок, он составляется на месяц или неделю и может корректироваться в зависимости от результатов, натренированности отдельных операторов или групп.

При разработке планов проведения тренировок необходимо учитывать:

- тематический план подготовки операторов, который определяет типовую последовательность и количество тренировок по каждому отрабатываемому упражнению;
- натренированность отдельных операторов и групп, т. е. их способность выполнить отработанные операции по управлению образцом (комплексом) вооружения с заданным качеством;
- пропускную способность и фактическое состояние функциональных подсистем ТК;
- график (план) проведения профилактических работ ТК;
- возможное использование тренажерного комплекса для выполнения работ более высокого приоритета (подготовка расчетов к полевым выходам, учениям, подготовка показательных занятий и тренировок);
- план отладки и ввода в эксплуатацию задач по моделированию новых и модернизируемых штатных объектов;
- возможность параллельного изучения других разделов учебной программы при невозможности отработки на ТК планируемых упражнений в связи с его ремонтом или перегрузкой.

Схемы распределения технических средств ТК составляются на каждые сутки (смену) в соответствии с:

- планами проведения тренировок, с учетом фактического состояния (работоспособности) элементов ТК;
- приоритетностью плановых тренировок и работ;
- необходимостью выделения резервных устройств;
- занятостью элементов ТК в предшествующих тренировках (работах).

Схемы распределения технических средств тренажерного комплекса составляются начальником ТК после проведения автономной проверки работоспособности элементов комплекса с использованием специального алгоритма, реализуемого в его АРМ. Исходные данные, необходимые для выполнения этой работы, вводятся в сервер ТК автоматически системой автоматизированного контроля и диагностики тренажерного комплекса и вручную с АРМ планирующего органа и начальника ТК. Состав технических средств, необходимых для проведения тренировок по отработке каждого упражнения, хранится в банке данных ТК.

В процессе составления схемы распределения из-за недостаточности исправных технических средств для обеспечения всех плановых работ могут возникать конфликтные ситуации. В этом случае персонал ТК получает извещение о наличии и причине конфликта, изменяет приоритеты конфликтующих работ и повторяет расчет.

Схема загрузки элементов ТК по окончании расчета выдается на средства отображения информации персонала ТК и проверяется начальником ТК.

Для формирования «тренажерных каналов» в соответствие со схемой загрузки технических средств составляется таблица управляющих команд на текущие тренировки, В этой таблице указываются команды, которые подаются на коммутирующие устройства функциональных подсистем и операционные системы ТК.

По команде начальника (персонала) тренажерного комплекса сервер ТК осуществляет управление работой коммутирующих устройств функциональных систем и загрузкой математического обеспечения. Процесс соединения элементов ТК в «тренажерные каналы» отображается на мнемосхемах АРМ персонала ТК.

По окончании процесса формирования «тренажерного канала» и запуска задач на АРМ руководителя тренировки управление функционированием этого канала передается руководителю тренировки.

Управление функционированием «тренажерного канала» и процессом тренировки осуществляется инженером-оператором ТК и руководителем тренировки с пульта контроля и управления тренировкой и включает следующие виды операции:

- задание режима функционирования (ввод начальных условий, пуск, останов, ввод отказов, масштаб времени и т. д.);
- ввод начальных условий и контроль их отработки моделями; систем объекта и имитаторами внешней среды;
- ввод отказов в модели систем управления объекта;
- управление средствами регистрации и документирования процесса тренировки и объективной оценки работы оператора;
- управление средствами отображения информации;
- управление средствами видеоконтроля работы операторов в процессе тренировки;
- управление средствами связи и ведение переговоров с операторами, руководителями тренировок и персоналом ТК.

Контроль функционирования элементов ТК осуществляется персоналом ТК с помощью средств автоматизированной системы контроля и диагностики тренажерного комплекса и автономных средств контроля функциональных подсистем и устройств, обеспечивающих контроль и индикацию технических параметров систем и позволяющих определить место возникновения отказа.

В процессе проведения параллельных тренировок на базе ТС может возникнуть потребность в продлении отдельных тренировок. Тогда инструктор имеет возможность выдать персоналу ТК заявку на ее продление. Аналогичные заявки на проведение неплановых работ по вводу новых задач или в связи с ремонтом технических средств ТС могут быть поданы обслуживающим персоналом.

Начальник ТК после получения указанных заявок составляет новую схему загрузки технических средств и после ее анализа определяет возможность выполнения заявок. Если заявки удовлетворяются, то начальник ТК оперативно вносит коррективы в план проведения тренировок.

По окончании тренировки в случае необходимости на базе ТК может быть реализован режим «Воспроизведение тренировки». Для этого производится регистрация процесса тренировки, затем с помощью АРМ начальника ТК задаются моменты времени начала воспроизведения и обеспечивается воспроизведение цифровой, графической, речевой (звуковой) и видеоинформации. При использовании элементов ТК в режиме «Воспроизведение тренировки» рабочие места операторов и имитаторы внешней среды не задействуются.

Кроме основных функций подготовки операторов, в ТК предусматривается специальный режим работы «Подготовка инструктора». В данном режиме руководитель тренировки имеет возможность произвести «проигрыш» тренировки в полном объеме или ее отдельных моментов, что позволяет ему уточнить типовую методику проведения тренировки.

Типовая методика проведения тренировки определяет объем, последовательность и форматы информации, выдаваемой на АРМ начальника ТК в процессе тренировки, и не учитывает в полной мере индивидуальные, особенности руководителей тренировки. Поэтому в режиме подготовки инструктора руководители тренировок могут дополнять библиотеку форматов выводимой информации. Таким образом, каждый руководитель имеет возможность создавать индивидуальную базу данных, выводимую на сервер ТК (АРМ руководителя) в процессе тренировки.

Методика проведения тренировок на тренажерах индивидуального полностью идентична методике проведения тренировок на базе тренажерных комплексов.

Источники

1. Анашкин И.Н., Белокур М.Н., Мельчаков Н.Д. Тренировочные и имитационные средства наземной артиллерии. Воениздат 1987г. 240 с.
2. Романов А.Н. Тренажеры для подготовки операторов РЛС с помощью ЭВМ, кн. фаб. им. Фрунзе 1989г. 128с.
3. Шукшунов В.Е. Тренажерные системы. изд. Машиностроение 1981г. 256с.

Секция 5. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА НА ОБЪЕКТАХ ЖКХ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 620.179.162

ВЛИЯНИЕ ТИПА ДЕФЕКТОВ ЦЕМЕНТАЦИИ СКВАЖИН НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АКУСТИЧЕСКИХ ЭХО-СИГНАЛОВ

Николай Кузьмич Андреев¹, Али Отхман Кассем Самех²,
Алексей Сергеевич Малацион³
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
³ООО "СТЭК МАСТЕР", г. Казань
¹ngeikandreev@g mail.com; ²samehalsamai@gmail.com

Аннотация: В статье рассматривается задача классификации характеристик эхо-сигналов от дефектов цементного покрытия скважин для их распознавания в методе виброакустической цементометрии.

Ключевые слова: классификация, акустический, эхо-сигнал, дефект, цементация, контроль, техническое состояние скважин.

INFLUENCE OF THE TYPE OF WELL CEMENTATION DEFECTS ON THE CHARACTERISTICS OF ACOUSTIC ECHOES

Nikolay Kuzmich Andreev, Samekh Ali, Aleksey Sergejevich Malatsion

Annotation: Classification of echo signals due cementation defects is considered for the task of technical condition diagnosis of oil and water wells by the vibroacoustic testing.

Key words: echo, signal, classification, defect, cementation, technical, condition, testing.

В приложениях ультразвуковой и акустической дефектоскопии после проведения измерений, как правило, возникает задача локализации дефекта и его идентификации [1, 2]. Ниже такая задача рассматривается в виброакустической цементометрии скважин.

Для защиты стальной трубы скважины от внешних воздействий со стороны грунта и защиты окружающей среды от проникновения водонефтяной эмульсии на стальную трубу наносят слой цемента. Необходимо определить качество покрытия цементом.

В статье рассматриваются исходные пункты для решения задачи классификации сигналов акустического эха и последующей идентификации дефектов цементации. Планируется на основе этой классификации разработать программное обеспечение для автоматической идентификации видов дефектов.

Основная часть. Метод измерения.

На поверхности земли располагаются приемно-передающая аппаратура, а также источники питания, система управления и обработки информации на основе ПЭВМ. Используется одностороннее возбуждение и регистрация акустических сигналов. На верхнем торце скважины располагаются возбуждающие и приемные датчики, находящиеся в контакте со стальной трубой скважины. Входные воздействия: несущая частота, амплитуда, длительность, форма возбуждающего акустического импульса, период повторения и интервалы между возбуждающими импульсами. Эффективнее использовать многочастотное зондирование. Несущая частота зондирующих импульсов лежит в диапазоне от 1 до 20 кГц [3]. Выходные сигналы акустического эха регистрируются приемной частью аппаратуры.

На характеристики сигналов влияют конструкция и техническое состояние тела скважины, которая включает стальную многозвенную трубу, стыки между звеньями, цементную оболочку, взаимодействующую с окружающим грунтом. Целью исследования является контроль технического состояния стальной трубы и ее цементной оболочки.

От каких сил в системе «стальная труба – цементная оболочка» зависят характеристики сигналов эхо? Продольная звуковая волна, проходя через стальную трубу, нагруженную цементной оболочкой и грунтом, затухает. В отсутствие цементной оболочки можно наблюдать эхо-сигналы от конца трубы и на меньших интервалах времени - стыков трубы с минимальным затуханием. При наличии дефектов, имеющих границы, перпендикулярные звуковой волне и размеры по продольной оси $L > (1/2)\lambda$, где λ – длина акустической волны, появляются сигналы эха от этих дефектов. Поскольку на затухание акустической волны влияет наличие цементной оболочки, амплитуда эха зависит от площади поверхности этого дефектного участка и его состояния: в какой степени нарушена цементная оболочка и насколько она нагружает кусок трубы на этом участке. Ширина эхо-сигнала от дефекта зависит от длины дефекта L . Имеет значение, как распределен цемент на дефектном участке: цельными большими кусками или множеством маленьких кусков.

На первом этапе ставится задача: промоделировать, как разные типы дефектов влияют на параметры эхо-сигналов.

Источники

1. Радж Балдев, Раджендран В., Паланичами П. Применения ультразвука. М: Техносфера, 2006.

2. Качанов В.К., Карташев В.Г., Соколов И.В. Ультразвуковая помехоустойчивая дефектоскопия. М.: Издательский дом МЭИ, 2007.

3. Андреев Н.К., Малацион А.С. Программно-технический комплекс неразрушающего акустического контроля и диагностики технического состояния водных и нефтяных скважин // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2014. №7-8 С.107-115.

ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММНОГО МЕТОДА РЕАЛИЗАЦИИ ШИМ РЕЖИМА В СОВРЕМЕННЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ

Ляля Вахитовна Ахметвалеева¹, Камиль Хабибович Гильфанов²,

Нияз Раисович Галимуллин³

^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹alvkgeu@mail.ru, ³niaz-galimullin@mail.ru

Аннотация: Режим ШИМ находит свое популярное применение практически в любой технологической сфере деятельности. В данной работе рассмотрены структура, принцип, особенности работы ШИМ режима в современных микроконтроллерах, его основные области применения.

Ключевые слова: ШИМ-режим, микроконтроллер, импульс, модуль CCP, модуль процессора событий.

FEATURES OF THE SOFTWARE METHOD FOR IMPLEMENTING PWM MODE IN MODERN MICROCONTROLLERS

Lyalya Vakhitovna Akhmetvaleeva, Kamil Khabibovich Gilfanov,
Niyaz Raisovich Galimullin

Annotation: The PWM mode finds its popular application in almost any technological field of activity. This paper considers the structure, principle, features of operation of the PWM mode in modern microcontrollers, its main areas of application.

Key words: PWM, microcontroller, pulse, CCP module, event processor module.

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) – процесс управления мощностью методом пульсирующего включения и выключения прибора [1]. ШИМ бывает четырех видов: аналоговая, цифровая, двоичная, троичная. Основной целью применения ШИМ является повышение КПД при проектировании вторичных источников питания. Транзистор в ШИМ – главный ключевой элемент, он все время либо замкнут, либо разомкнут. Когда транзистор разомкнут его сопротивление практически бесконечное, следовательно, ток в цепи достаточно низкий, не смотря на то, что на транзисторе все напряжение питания падает, выделяемая мощность при этом процессе равна к нулю. При замкнутом транзисторе его сопротивление крайне мало, соответственно падение напряжения на нем тоже стремится к нулю, и выделяемая мощность также крайне мала [2].

Самое распространенное применение ШИМ режим находит при проектировании различных микропроцессорных систем управления двигателями постоянного тока (ДПТ). В зависимости от величины и длительности подаваемого импульса можно осуществлять управление скоростью ДПТ, что в свою очередь позволяет применять их во всех

промышленных отраслях, где требуется четкая и точная регулировка частоты вращения.

Как известно, все современные микроконтроллеры выполнены на основе модульной технологии и имеют в своем составе встроенные аппаратные модули, реализующие достаточно сложные управляющие функции. К ним относится модуль процессора событий, одной из основных функций которого является ШИМ режим - создание, формирование сигнала с постоянной частотой, но переменной шириной импульса. Модули процессоров событий микроконтроллеров имеют сложную структуру и реализуют три режима работы: входного захвата (*Capture*), сравнения (*Compare*) и режим формирования сигналов с широтно-импульсной модуляцией (*Pulse Width Modulator - PWM*). Последовательность импульсов, генерируется широтно-импульсным модулятором со скважностью, которая пропорциональна уровню сигнала на входе ШИМ. Минимальная длительность импульса настраивается при помощи зоны нечувствительности релейного элемента в ШИМ.

Например, в PIC-контроллерах серии PIC16F87х функция ШИМ реализуется модулем CCP в режиме формирования сигналов с широтно-импульсной модуляцией ШИМ (*PWM*)[3]. Во многих микроконтроллерах серии PIC процессор событий TMR2 имеет по два модуля CCP и одновременная работа модулей широтно-импульсная модуляции могут поддерживать одинаковую частоту и фазу. Для генерации ШИМ-сигналов используются специальные выводы PC1, PC2 соответственно [3]. Примеры формирования и программирования функции ШИМ представлены в работах [2] и [3].

Микроконтроллеры семейства HC(S)08 имеют модули подсистемы реального времени, в состав которых входит модуль процессора событий (*TIM08 – Timer Interface Module*), а также модуль широтно-импульсного модулятора для преобразователей частоты электропривода (*PWM08 – Pulse Width Modulator Module*). Модуль *TIM08* представляет собой многоканальный процессор событий с 16-ти разрядной временной базой, имеет до 8 каналов, подключенных к ней. Модуль *PWM 08* предназначен для формирования сигналов управления трехфазными инверторами напряжения, что позволяет генерирование не только шести импульсных сигналов с различной скважностью, но и три комплементарной пары ШИМ-сигналов[4].

Программирование режимов процессора событий микроконтроллеров является трудоемким и ответственным этапом

проектирования устройств измерения, управления и регулирования. Значительно отличается от разработки программного обеспечения для ПК, требует скрупулезного изучения структуры, архитектуры, принципов функционирования и основных характеристик современных микроконтроллеров, изучения эффективных способов программирования, структурного программирования, оптимального выбора алгоритмов и языка программирования.

Алгоритмы режимов работы процессоров событий 8-ми разрядных микроконтроллеров *HC(S)08* были отработаны и исследованы на учебно-лабораторных стендах в лаборатории микропроцессорной техники кафедры Промышленной электроники и светотехники.

Источники

1. Донской Н.В., Чубуков К.А. Двухфазная широтно-импульсная модуляция в автономных инверторах напряжения // *Нелинейный мир*. 2009. №9. С. 684-688.

2. Ахметвалеева Л.В., Галимуллин Н.Р. Возможности режима широтно-импульсной модуляции в дистанционных системах управления // *Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике: труды Всероссийской научно-технической конференции*. 2020 г. Чебоксары. С. 489-491.

3. Галимуллин Н.Р. Управление электродвигателями с помощью ИК-датчиков // *Энергия 2020: труды Всероссийской научно-технической конференции*. 2020 г., Иваново.

4. Крейдл Х., Куприс Г., Ремизевич Т.В. Работа с микроконтроллерами семейства *HC(S)08*: пособие для студентов технических вузов / под ред. Д.И. Панфилова. М.: Изд-во МЭИ, 2005. 444с.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ РЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ С ТОКОВОЙ ЗАЩИТОЙ ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ УЛИЧНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Айдар Ильшатович Вагапов¹, Дмитрий Алексеевич Иванов²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
^{1,2}aydar.vagapoff@yandex.ru,

Аннотация: На сегодняшний момент существует огромное количество самых различных бытовых и промышленных приборов, которые ежегодно оснащаются все более умной электроникой, уменьшаются в габаритах, изменяют свой дизайн, форму и цвет, становятся более эргономичными. Однако, несмотря на это, одно остается неизменным уже на протяжении многих лет: стабильная работа электрооборудования полностью зависит от качества электроэнергии и хорошей защиты. В статье описана разработка реле напряжения, отключающее электроприбор от сети переменного тока в случае превышения напряжения выше допустимого уровня.

Ключевые слова: защита цепей, перепады напряжения, скачок тока, гальваническая развязка, полупроводниковые ключи.

OPERATING FEATURES OF VOLTAGE RELAY WITH CURRENT PROTECTION FOR LED STREET LIGHTING

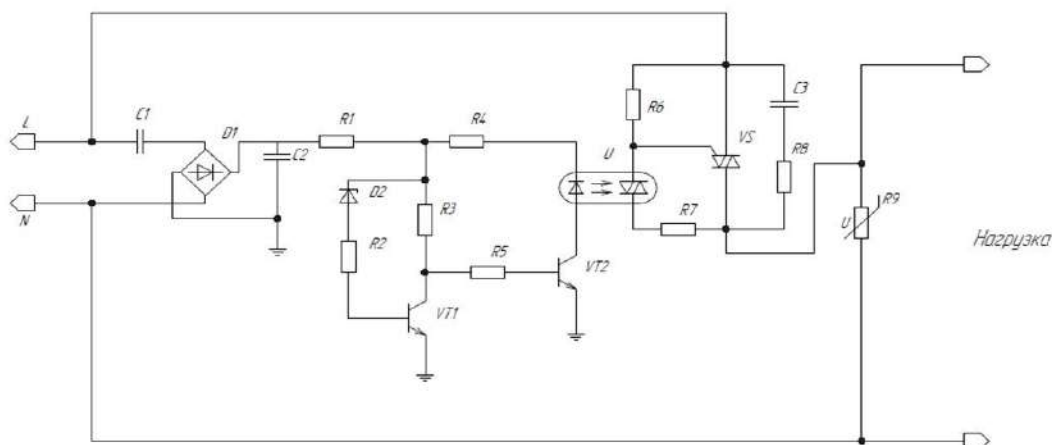
Aidar Ilshatovich Vagapov, Dmitry Alekseevich Ivanov

Abstract: Today, there is a huge number of various household and industrial appliances that are equipped with more and more intelligent electronics every year, decrease in size, change their design, shape and color, and become more ergonomic. However, despite this, one thing has remained unchanged for many years: the stable operation of electrical equipment depends entirely on the quality of power and good protection. The article describes the development of a voltage relay that disconnects an electrical device from the AC mains in case of excess voltage above the permissible level.

Keywords: circuit protection, voltage drops, current surge, galvanic isolation, semiconductor switches.

Необходимо ли реле напряжения в цепи? Несомненно, ведь благодаря ему большая часть оборудования и электротехники остаётся в работоспособном состоянии. Часто бывает, что напряжение в сети может повышаться или понижаться при различных обстоятельствах. Данное событие может пагубно повлиять на работу электрооборудования. Когда происходит данный перепад напряжения, реле мгновенно отключает нагрузку от сети, защищая прибор от пагубных последствий. При возвращении значения напряжения к номинальному, реле снова подключит нагрузку к сети [1].

На рисунке приведена разработанная электрическая принципиальная схема реле напряжения с токовой защитой.



Электрическая принципиальная схема реле напряжения с токовой защитой

Устройство работает следующим образом. При подаче напряжения конденсатор $C1$ ограничивает значения напряжения и тока, на диодном мосту $D1$ формируются нужные значения параметров. Конденсатор $C2$ является сглаживающим элементом, соответственно, чем выше значение емкости $C2$, тем меньше пульсаций напряжения на оптроне $U1$. Оптрон необходим для отделения силовой и слаботочной цепей. Далее, пока конденсатор $C2$ не зарядился до определённого значения, открыт полупроводниковый ключ $VT2$. В следствии этого, на оптрон поступает ток, а нагрузка подключена к цепи. Но как только $C2$ заряжается до нужного значения, открывается $VT1$ и не даёт течь току в оптрон, нагрузка отключается от цепи [2]. В данной схеме для светодиодных светильников подобран стабилитрон $D2$ на напряжение стабилизации 5 В. Данное напряжение будет достигаться при повышении напряжения в сети до отметки в 260 В. То есть, при превышении данного значения реле полностью отключит нагрузку от сети. Меняя значения сопротивлений и/или стабилитрон с иным значением напряжения стабилизации можно добиться срабатывания реле при других значениях сетевого напряжения [3].

Таким образом, данное реле напряжения с токовой защитой способно эффективно защищать цепь от перепадов напряжения и тока. Оно увеличивает срок эксплуатации электроприбора и благоприятно сказывается в экономическом плане.

Источники

1. Что такое реле контроля напряжения и для чего его используют в домах и квартирах. [Электронный ресурс]. <https://220.guru/elektrooborudov>

anie/avtomaty-uzo/relnapryazheniya.html#po-tipu-korpUSA (Дата обращения: 29.10.20).

2. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники. Учебник. Новосибирск: Издательство НГТУ, 1999. Ч.1.199 с.

3. Марченко А.Л. Основы электроники: Учебное пособие для вузов. М.: ДМК Пресс, 2008.296 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗАПРАВКИ БАЛЛОНОВ ТЕХНИЧЕСКИМИ ГАЗАМИ

Владимир Николаевич Елизаров¹, Александр Николаевич Долидзе²
^{1,2}ФГАОУ ВО «ГУАП», г. Санкт-Петербург
¹elizarvlad@yandex.ru, ²aleksd89@mail.ru

Аннотация: Рассматриваются процесс создания системы автоматизированного контроля для тестирования заправки баллонов техническими газами. Предлагается аппаратно-программный метод для уменьшения числа точек управления на базе программируемых реле LOGO фирмы Siemens.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, контроль технических газов, программируемые реле.

AUTOMATION OF CONTROL OF FILLING CYLINDERS WITH TECHNICAL GASES

Vladimir Nikolaevich Elizarov, Alexander Nikolaevich Dolidze

Annotation: The process of creating an automated control system for testing the filling of cylinders with technical gases is considered. A hardware-software method is proposed to reduce the number of control points based on Siemens programmable relays LOGO.

Keywords: automated control systems, control of technical gases, programmable relays.

В лабораторию «Промышленных микропроцессорных технологий» ГУАП обратились работники ООО «Нордгаз» [1] с целью создания системы контроля заправки баллонов промышленными газами. ООО «Нордгаз» поставляет технические газы (азот, аргон, газовые смеси и др).

Анализ работы ООО «Нордгаз» показал, что имеется четыре независимых площадки, на каждой одновременно заправляются техническими газами от 1 до 12 баллонов. На рис.1. представлена площадка с подключенными баллонами для заправки. После заполнения баллона газом необходимо подать сигнал на электроклапан (ЭК) и газ из баллона проходя через ЭК и пневмораспределитель (ПР) подается для продувки магистрали в атмосферу.



Рис. 1. Площадка с оборудованием для заправки баллонов

После сброса части газа в атмосферу подаем управляющий сигнал на ПР и газ поступает на вход газоанализатора (ГА) (см. рис.2).



Рис. 2. Схема подключения баллонов к газоанализатору

Из аналогов разрабатываемой системы можно выделить только лабораторный контроль качества газов Промтехгаз [2]. При оценке стоимости проектов автоматизации часто используют такой показатель как затраты на одну точку управления. В данном проекте 4 площадки, на которых могут заправляться 48 баллонов. Следовательно, число точек управления: ЭК – 48, ПР - 48 и индикаторов – 48. Основной задачей при реализации данного проекта было уменьшение точек управления. Было отмечено, что включение этих точек управления разнесено по времени и на одном выходе контроллера можно формировать сигналы управления для включения ЭК_{*i*}, ПР_{*i*} и *i*-го индикатора. Формирование сигналов в цепях ЭК и ПР предлагается аппаратно блокировать нормально разомкнутыми контактами реле Р₁ и реле Р₂. Реальное тестирование показало, что в цепях индикаторов возникают «ложные» сигналы через цепи ЭК и ПР. Для формирования сигналов управления индикаторами было решено записывать результат контроля баллонов в программный сдвиговый регистр контроллера. Содержимое этого регистра через дополнительный выход Q последовательно сдвигать в аппаратный регистр сдвига и отображать на индикаторах.

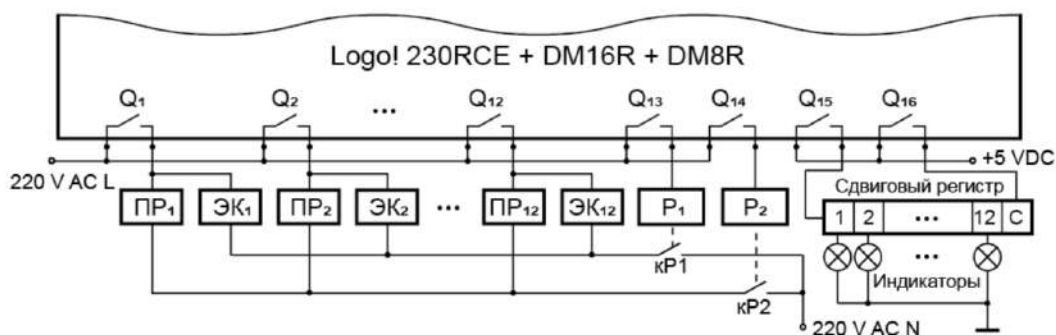


Рис. 3. Подключения нагрузки к выходам LOGO

Исходя из опыта работы с ПЛК, предлагается следующее решения:

– выбрать базовым элементом системы управления каждой независимой площадкой - программируемое реле LOGO! 230 RCE, у которого с модулями I/O 16 точек управления [2];

– к выходам Q_i подключить ЭК_{*i*} и ПР_{*i*}, где $i=1,2, \dots,12$. К выходам Q_{13} и Q_{14} подключить катушки реле P_1 и P_2 ;

– результат контроля баллонов из программного сдвигового регистра последовательно передается через выход Q_{15} в аппаратный сдвиговый регистр по тактовым сигналам с выхода Q_{16} .

На рис.3 показано подключение нагрузки к выходам LOGO. При подаче питания система автоматизированного контроля проверяет исправность аппаратной части и далее запускается один из двух режимов контроля баллонов. В основном режиме последовательно подключаются баллоны к газоанализатору, и фиксируется информация по всем баллонам на площадке. В индивидуальном режиме осуществляется контроль одного конкретного баллона. На рис.4. представлена реализация шкафа системы автоматизированного контроля баллонов.



Рис .4. Шкаф системы автоматизированного контроля баллонов

Источники

1. НОРДГАЗ [Электронный ресурс]. Доступно по URL: <http://www.nord-gaz.ru/> (дата обращения: 25.10.2020).

2. Лабораторный контроль качества газов Промтехгаз: входной и выходной анализ [Электронный ресурс]. Доступно по URL: <http://промтехгаз.пф/kontrol-kachestva-gazov> (дата обращения: 25.10.2020).

3. LOGO!:руководство пользователя [Электронный ресурс]. ДоступноURL:<https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/100761780?c=67518106635&lc=en-WW> (дата обращения: 25.10.2020).

РАЗРАБОТКА БЕСКОНТАКТНОГО УСТРОЙСТВА ДИАГНОСТИКИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ

¹Дмитрий Алексеевич Иванов, ²Татьяна Геннадьевна Галиева,
³Амир Динарович Арсланов
^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹divanale@gmail.com, ²79534929817@ya.ru, ³arslanovad97@gmail.com

Аннотация: Надежная, долговременная и экономичная работа электрической системы в основном определяется изоляцией электрооборудования и других звеньев системы. В общей стоимости высоковольтного оборудования изоляционная составляющая занимает более 60 %. В связи с этим диагностика высоковольтных изоляторов является наиболее актуальной для энергетических компаний.

Ключевые слова: высоковольтные изоляторы, диагностика изоляторов, частичные разряды, дистанционный контроль, дефекты изоляторов.

DEVELOPMENT OF A NON-CONTACT DEVICE FOR HIGH- VOLTAGE INSULATORS DIAGNOSTICS

Dmitry Alekseevich Ivanov, Tatyana Gennadevna Galieva, Amir Dinarovich Arslanov

Annotation: Reliable, long-term and economical operation of an electrical system is mainly determined by the insulation of electrical equipment and other parts of the system. In the total cost of high-voltage equipment, the insulating component accounts for more than 60%. In this regard, diagnostics of high-voltage dielectric elements is the most urgent for energy companies.

Keywords: high-voltage insulators, diagnostics of insulators, partial discharges, remote control, defects in insulators.

Частичные разряды (ЧР) являются основным показателем старения и разрушения твердых изоляционных материалов, подвергающихся высоким напряжениям. Поэтому измерение и анализ ЧР является перспективным методом диагностики изоляции для любого вида электрооборудования [1-2]. В работе предлагается использование радиочастотного метода. Основным преимуществом использования радиочастот для диагностики является большая защищенность от помех и не требует точного наведения на источник дефекта[3].

Для контроля технического состояния и выявления остаточного ресурса высоковольтных изоляторов (ВИ) предлагаются бесконтактные устройства диагностики (рис.1). Задача разработанных устройств диагностики заключается в приеме сигналов, излучаемых ЧР, построении их амплитудно-фазовых характеристик, сопоставление данных с параметрами окружающей среды, и подготовке данных для анализа

диагностических параметров, которые позволят формировать заключение о степени работоспособности ВИ и его остаточном ресурсе. Устройства устанавливаются на каждый фазный провод на заранее известном расстоянии.

Основные измерения устройства диагностики проводят с помощью электромагнитного датчика и датчика фазы с последующей компьютерной обработкой сигналов (рис. 1).

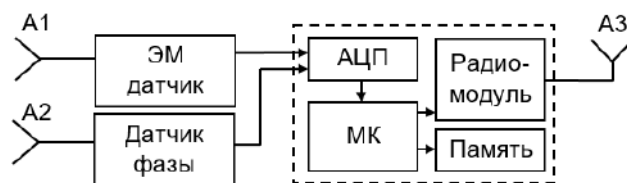


Рис.1. Блок-схема бесконтактного диагностического устройства:

(A1 – антенна ЭМ датчика, A2 – антенна датчика фазы, A3 – антенна для передачи данных, АЦП – аналого-цифровой преобразователь, МК – микроконтроллер)

На рис.2 представлены формы сигнала на входе электромагнитного датчика и на выходе. Микроконтроллер обрабатывает сигналы ЧР по амплитуде и времени от начала фазового интервала, получаемого с датчика фазы.

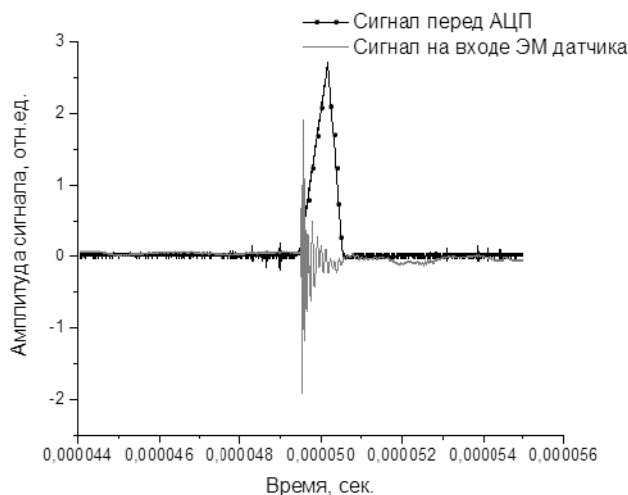


Рис. 2. Сигнал до и после обработки устройством

Для передачи данных предусмотрены интерфейсы *Wi-fi Bluetooth* и *USB*. Информация с устройств диагностики поступает в пункт сбора информации для дальнейшей загрузки данных в облачный сервер, где информация о мониторинге будет доступна для диспетчера (рис. 3).

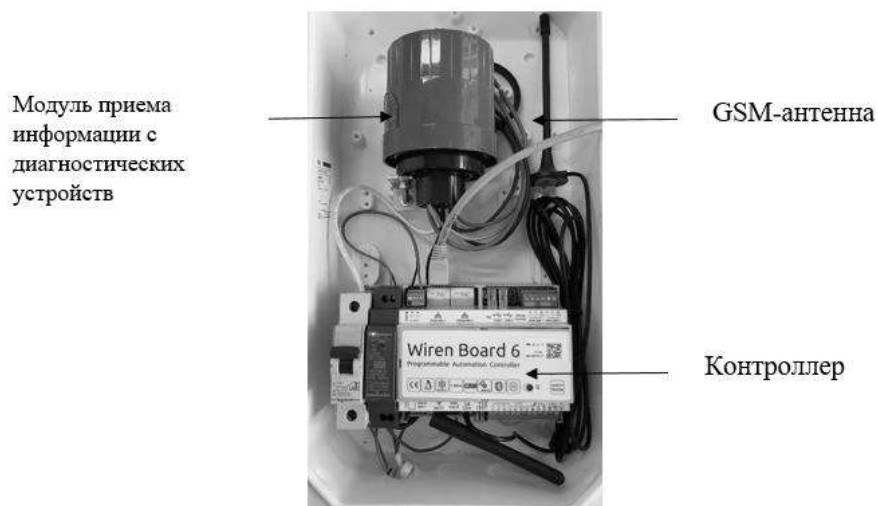


Рис. 3. Устройство сбора и передачи информации

Прототип устройства диагностики настроен на полосу частоты 800-850 МГц. Диагностические устройства работают на ЛЭП от 10 кВ.

Анализ набора необходимых диагностических параметров позволяет формировать заключение о степени работоспособности высоковольтных изоляторов, прогнозировать его остаточный ресурс и хранить полученную информацию на облачном сервисе.

Научные исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения 075-15-2020-172.

Источники

1. Ephraim T. Iorkyase, Christos Tachtatzis, Pavlos Lazaridis, Ian. A. Glover, Robert. C. Atkinson. Low Complexity Wireless Sensor System for Partial Discharge Localisation // in IET Wireless Sensor Systems, January 2019 with 185 Reads, p/ 984-992. doi: 10.1049/iet-wss.2018.5075.
2. Голенищев-Кутузов А.В., Иванов Д.А., Потапов А.А и др. Использование бесконтактных методов диагностики высоких электрических полей. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2019. Т. 21. № 4. С. 123-133.
3. Rocha P.N., VCostab., E.G. Serresb A.R., Xaviera G.V.R, Peixotoc J.E.B., Linsd R.L. Inspection in overhead insulators through the analysis of the irradiated RF spectrum. Electrical Power and Energy Systems, 113 (2019), p. 355-361. doi:10.1016/j.ijepes.2019.05.060.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРЕДАВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МУХАРДА (ХАМА-СИРИЯ)

Николай Петрович Местников¹, Алхадж Хассан Фуад², Альзаккар Ахмад³

¹ИФТПС СО РАН, г. Якутск, ^{2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹sakhacase@bk.ru, ²Fouadhajjhassan42@gmail.com, ³Ahmadalzakkar86@gmail.com

Аннотация: В данной статье представляется описание устойчивости электрического напряжения на станции Мухарда в городе Хама в Сирии, где изучена во время нормальных режимов работы вплоть до нормальных состояний нагрузки. Результаты получены с использованием искусственной нейронной сети. Эта сеть характеризуется скоростью и точностью обработки до сбоя и отключения питания, что может привести к экономическим проблемам. Данное исследование было проведено с использованием двух различных схем генерации на этой станции (один - двойной).

Ключевые слова: Станция, искусственная нейронная сеть (ИНС), падение напряжения, устойчивость.

APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR ANALYSIS OF EMERGENCY SITUATIONS AT THE MUKHARDA POWER PLANT (HAMA-SYRIA)

Nikolai Petrovich Mestnikov., Al Haj Hasan Fuad., Al Azhar Ahmad

Abstract: In the thesis, the stability of the electrical voltage at the Muhard station in the city of Hama in Syria was studied during normal and up to normal load states. The results were obtained using an artificial neural network. This network is characterized by the speed and accuracy of processing to failure and power outages, which can lead to economic problems. This study was carried out using two different generation schemes at this station (one double). The performance of this network has two phases: the training phase (offline) and the testing phase (online).

Keywords: Station, artificial neural network (ANN), voltage drop, stability.

Нейрон – это блок обработки информации, который играет фундаментальную роль в работе нейронной сети. На рис.1 показана модель нейрона, которая составляет основу для проектирования большого семейства нейронов. Здесь мы выделяем три основных элемента нейронной модели [1,2]:

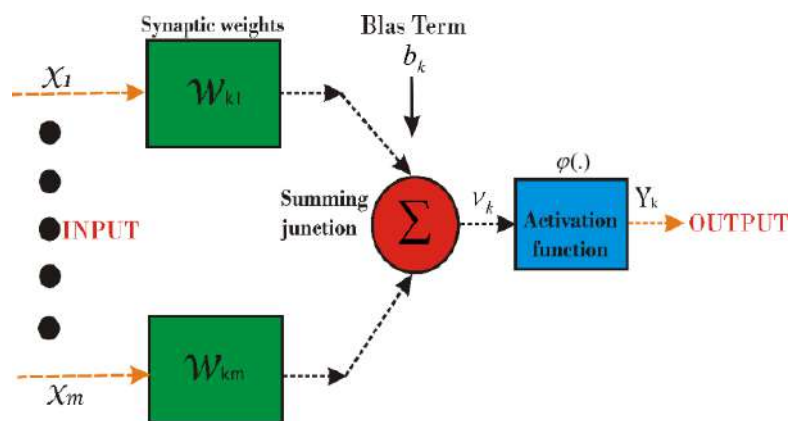


Рис. 1. Строение нейронной клетки (нелинейная модель) [1]

Вышеупомянутая нейронная модель (рис.1) также включает внешнее смещение, обозначенное b_k . Смещение b_k имеет эффект увеличения или уменьшения чистого входного сигнала функции активации, в зависимости от того, положительный он или отрицательный, соответственно. Здесь мы выделяем три основных элемента нейронной модели [1,2]:

Внедрение нейронной сети:

1) Тренировочный этап (*off-line*): В настоящей работе нейронная сеть обучалась с использованием алгоритма обратного распространения [4] в качестве алгоритма обучения, который является одним из лучших алгоритмов, используемых для статистического изучения случаев (в автономном режиме). Эта сеть была применена к испытательной системе для станции Мухарда в Сирии, которая имеет четыре турбины, каждая из которых имеет номинальную мощность приблизительно 150 МВт.

2) Стадия тестирования (*on-line*) в случае двойных генераторов (Г1 + Г2): Сеть будет протестирована методом (0-1). Значение (0): указывает на нормальную нагрузку и, следовательно, на стабильность напряжения. Значение (1): указывает на перегрузку и, следовательно, нестабильность напряжения.

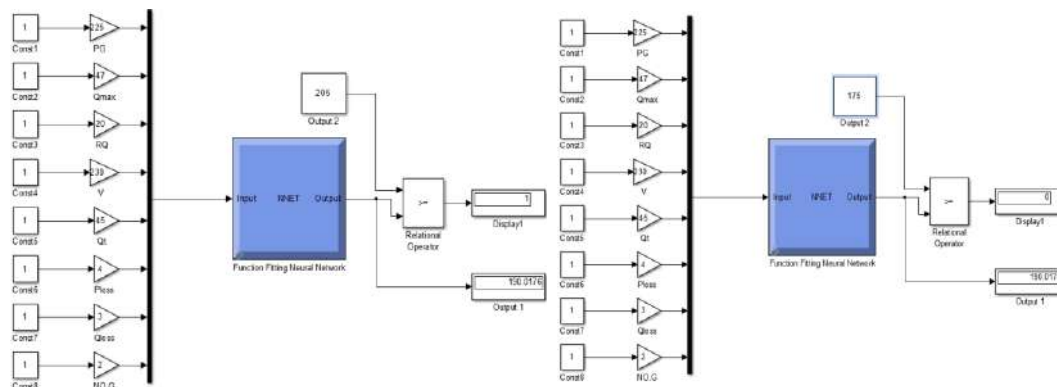


Рис. 2. Этап тестирования (Двойные генераторы)

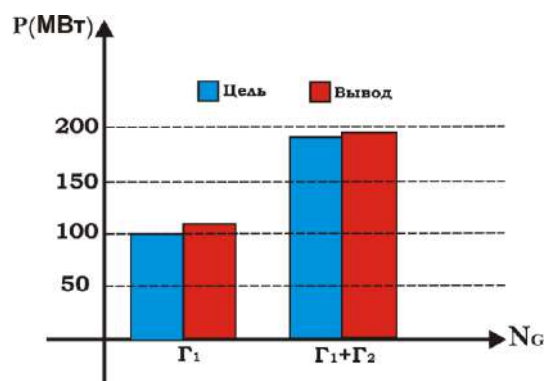


Рис. 3. Этап тестирования (Двойные генераторы)

3) А-Ситуация перегрузки: на рис.3 значение для третьего состояния нагрузки (205 МВт) вводится, чтобы показать: Значение (190,0176 МВт) является выходом нейронной сети. Значение (1) указывает на перегрузку системы. Как следствие: (обвал напряжения - отключение напряжения - энергосистема будет нестабильной).

В-Нормальная ситуация с нагрузкой: на рис.3 вводится значение для четвертого состояния нагрузки (175 МВт), чтобы показать: Значение (190,0176 МВт) является выходом нейронной сети. Значение (0) указывает на нормальную загрузку системы. В результате: (энергосистема будет стабильной).

На рис.3 представлена управляющая способность нейронной сети на выходе системы в зависимости от точной информации о системе, на которой сеть должна быть обучена. Также определено, что при обучении нейронной сети необходима очень точная и точная информация об исследуемой системе. Вместе с тем время отклика и обработки значительно меньше, чем в случае использования других (традиционных) методов контроля стабильности сети.

Источники

1. Ammavajjula. S., Kambala M and Kasimahanthi D. An Introduction to Artificial Neural Networks. IEEE, 2018.
2. Petriu E. Neural Networks: Basics, University of Ottawa 2017. 42p.
3. Zhou Q. Online Voltage Stability Prediction and Control Using Computational Intelligence Technique, The University of Manitoba, Canada, 2010.
4. Mirza Cilimkovic. Neural Networks and Back Propagation Algorithm, Institute of Technology Blanchardstown, 2010.

ИЗМЕРЕНИЕ СТРЕЛЫ ПРОВЕСА ПРОВОДОВ ВЛ ПО ПЕРИОДУ ИХ КОЛЕБАНИЙ

Ван Ву Нгуен¹, Марат Фердинантович Садыков²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
^{1,2}vu2307@gmail.com

Аннотация: В статье кратко описана модель представления провода (когда точки подвеса провода находятся на одной высоте) в пролете между двумя опорами ВЛ (воздушная линия электропередачи), как физического маятника. Приведены основные элементы физической модели и математические выражения, связывающие геометрические размеры провода и его распределенную по пролету массу с периодом качаний. Кратко описан экспериментальный стенд, представляющий собой физическую модель пролета, собранный для тестирования работоспособности модели.

Ключевые слова: воздушная линия электропередачи (ВЛ), мониторинг воздушных линий, стрела провеса, колебания провода, механические нагрузки, провод.

MEASUREMENT OF THE WEIGHT BOOM OF OVL WIRES ON THE OUTSIDE OF THEIR VIBRATIONS

Van Vu Nguyen, Marat Ferdinandovich Sadykov

Annotation: The article briefly describes a model for representing a wire (when the wire suspension points are at the same height) in the span between two overhead line supports, like a physical pendulum. The main elements of the physical model and mathematical expressions connecting the geometric dimensions of the wire and its mass distributed over the span with the swing period are given. The experimental stand is briefly described, which is a physical model of the span, assembled to test the performance of the model.

Key words: overhead power line (OHL), monitoring of overhead lines, sag arrow, wire vibrations, mechanical loads, wire.

Представим провод в пролете воздушной линии электропередачи (ВЛ) как абсолютно жесткую монолитную изотропную конструкцию, имеющую только одну вращательную степень свободы, относительно оси, проходящей через точки подвеса (рис.1).

Длина бесконечно малого элемента провода ds при смещении вдоль горизонтальной оси на расстояние x при малых углах провиса θ определяется по упрощенной формуле [1]:

$$dx = \left(1 + \frac{1}{2} y^2\right) dx \quad (1)$$

где - производная по оси x .

В результате подстановки всех величин в формулу (1) и упрощений при условии, что $l \gg f$, выражение для f примет вид [2]

$$f \approx 0,31T^2 \quad (2)$$

где: f – Стрела провеса провода, м; T – период колебаний в секундах.

Для апробации полученной математической модели была разработана экспериментальная установка (стенд) для физического моделирования колебаний провода. Стенд включает в себя: провод длиной 5,48 метра; гибкие подшипники в точках подвеса; лазерный уровень для контроля высоты точек подвеса; винты с гайками, шайбами и с упомянутыми выше гибкими подшипниками для регулирования высоты точек подвеса, закрепленных на противоположных опорах, и точного измерения стрелы провеса провода; датчик измерения угла отклонения провода от положения равновесия (аналоговый акселерометр *ADXL311*); multifunctional device for input-output *FWG USB6251NI* (рис.1).

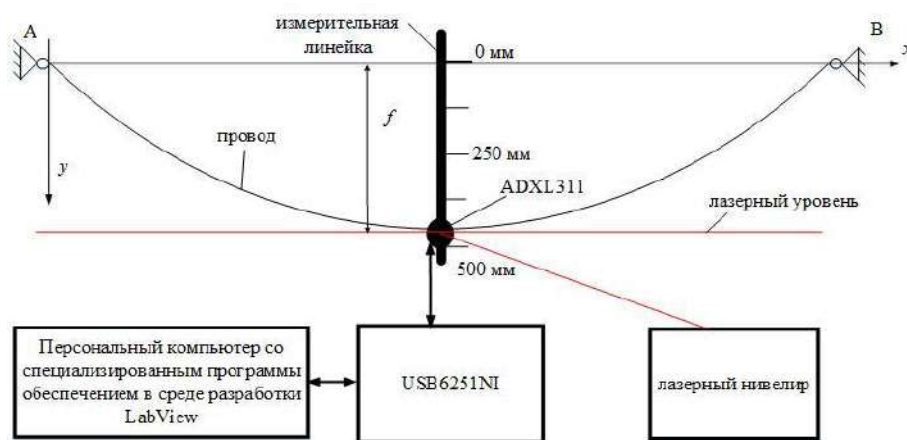


Рис. 1. Описание экспериментальной установки

Колебания проводу придаются путем его первоначального отвода от нейтрального положения на заданное расстояние. Затем колебания провода измеряются акселерометром, установленным непосредственно на проводе. Данные с акселерометра считываются через *FWG USB6251NI* на персональный компьютер с погрешностью по времени в 10^{-3} с. Сбор и обработка данных происходят в ПО, написанном в среде программирования *LabView*. Программа при запуске устанавливает напряжение питания акселерометра. Затем ПО в цикле измеряет параметры текущего сигнала с двух-координатного акселерометра, при этом происходит частотный и спектральный анализ. ПО предоставляет данные в графическом виде, таблицы и графики.

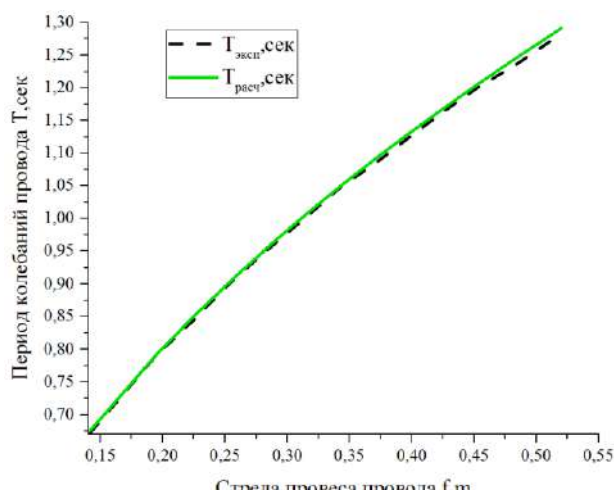


Рис. 2. Диаграмма сравнения периодов колебаний провода, полученных путём расчета (T_{calc}) и экспериментальных исследований (T_{exp})

На рис.2. представлена диаграмма, на которой сравниваются значения периодов колебаний провода, полученных путём расчета (T_{calc}) и экспериментальных исследований (T_{exp}) на установке, описанной выше для случая, когда точки подвеса провода находятся на одной высоте.

Результаты экспериментальной проверки метода и статистической обработки результатов измерений показали возможность определения стрелы провеса провода, висящего в пролете между двумя опорами воздушной линии электропередачи, по результатам измерений периода его качаний.

Источники

1. Меркин Д.Р. Введение в механику гибкой нити. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. 240 с.
2. Ярославский Д.А., Нгуен В.В., Садыков М.Ф., Горячев М.П, Иванов Д.А., Галиева Т.Г., Вассунова Ю.Ю., Тюрин А.Н. Исследование модели свободных гармонических колебаний воздушных линий электропередачи. Международный журнал новых тенденций в инженерных исследованиях. 2020. Т. 8, № 6. с. 2663-2667. doi: <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/72862020>.

ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ ДВОРА

Даян Амирович Якупов¹, Равиль Рафисович Шириев²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹dayanische1998@gmail.com, ²shrr@list.ru

Аннотация: В работе рассматривается автоматизированная система контроля за лицами находящимися на определённом участке территории с информированием выхода за границы зоны контроля.

Ключевые слова: видеонаблюдение, безопасность ребенка, видеокамеры, распознавание лиц, дворовая территория.

VIDEO SURVEILLANCE ON THE TERRITORY OF THE YARD

Dayan Amirovich Yakupov, Ravil Rafisovich Shiriev

Annotation: The paper considers an automated control system for persons located in a certain area of the territory with information about going beyond the boundaries of the control zone.

Keywords: video surveillance, child safety, video cameras, face recognition, courtyard area

Установка камер видеонаблюдения с искусственным интеллектом для дополнительной безопасности на детских закрытых площадках жилых комплексов.

Видеть своими глазами – это лучший способ иметь точную информацию обо всем, что нас интересует и касается нашей жизни. Видеонаблюдение позволяет видеть то, что обычно сложно увидеть воочию, добавляет возможностей дома и на работе и помогает избежать неприятностей.

Видеонаблюдение особенно важно, когда речь – о наших самых дорогих людях: для обеспечения безопасности ребенка [1][2]. С помощью камеры с искусственным интеллектом имеется возможность увидеть, что происходит с ребенком, пока он гуляет на улице во дворе своего жилого массива. Благодаря этому не придется понапрасну волноваться. И в то же время в случае необходимости можно контролировать ситуацию, вовремя вмешиваться в ход событий. Зачастую дети просятся на улицу, гулять на свежем воздухе с друзьями, в реальности же родители не всегда имеют силы или желание выходить куда-либо. Расположенные видеокамеры гарантируют безопасность, искусственный интеллект во дворе дома может моментально отправлять уведомления на смартфон о перемещениях ребенка или выходе за пределы двора [3].

По желанию родителей, можно зарегистрировать своего ребенка в сервере жилого комплекса, сфотографировав и распознав лицо с нескольких ракурсов для получения биометрических данных [4]. Далее подключить телефон опекуна или родителя, для получения уведомлений через специальное приложение или почту (Рис 1.). Ребенок может спокойно идти на улицу один в закрытую площадку своего дома. ИИ считывает информацию и видит ребенка, если он покидает эти пределы, сразу осуществляется отправка уведомления о действии, в какую сторону отправился ребенок, родитель получает доступ к камерам для просмотра дворовой территории и конкретную камеру, на которой находится объект [5]. В случае появления ребенка в обзоре камеры, уведомление моментально приходит на телефон.

Данную систему можно дополнить и усовершенствовать умными детскими браслетами для упрощения идентификации личности, которыми уже пользуются многие семьи. Они наделены следующими функциями: *LBS* (служба, основанная на местоположении. Проще говоря, определение местоположения на основе базовых станций оператора связи), *GPS* (геолокацией), программированием разрешенных номеров, поиском часов, отправкой голосовых сообщений, звонками с часов на смартфон, кнопкой *SOS* для экстренных ситуациях, возможностью слышать все, что происходит рядом с малышом.

Безопасность не бывает излишней, поэтому важным является установка таких видеокамер с искусственным интеллектом. В современном мире сохранение объекта невозможно без видеонаблюдения. Такие системы на сегодня самые эффективные средства обеспечения настоящей безопасности.

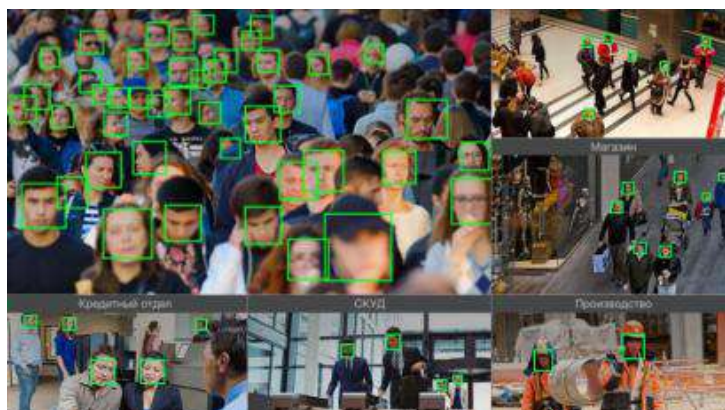


Рис. 1. Пример работы мониторинга распознавания

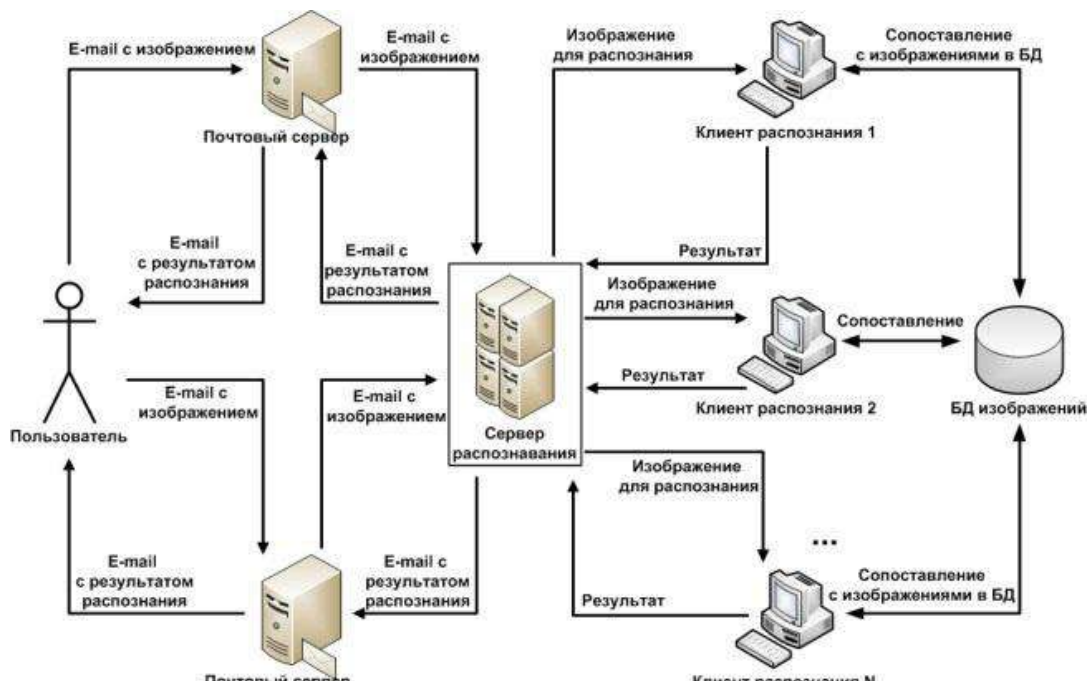


Рис. 2. Алгоритм действия видеокамер с искусственным интеллектом

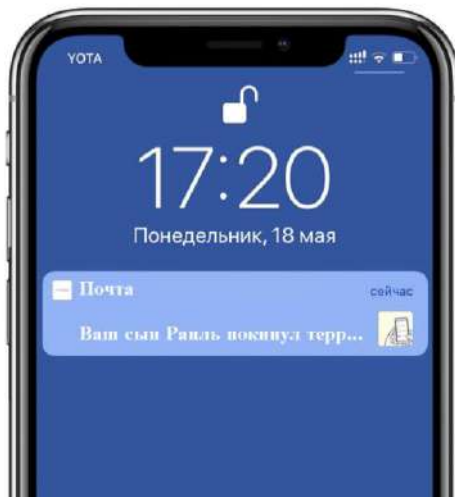


Рис. 3. Уведомление в телефоне через почту

Источники

1. Умное видеонаблюдение Ivideon [Электронный ресурс]. Доступно по URL: <https://ru.ivideon.com/blog/videonablyudenie-na-detskoj-ploshchadke/> (дата обращения: 16.10.20)
2. Видеонаблюдение через Интернет YOULOOK [Электронный ресурс]. Доступно по URL: <https://youlook.ru/blog/videonablyudenie-na-detskoj-ploshhadke.html>.

Секция 6. СВЕТОТЕХНИКА

УДК 628.946:621.382.2

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ СВЕТОДИОДОВ В ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ С ПОВЫШЕННЫМ КЛАССОМ IK

Альберт Аббясович Ашрятов¹, Павел Николаевич Чаткин²

^{1,2}НИ МГУ им. Н. П. Огарева, г. Саранск

¹ashryatov@rambler.ru, ²wwiny@mail.ru

Аннотация: В статье рассматриваются результаты исследования схемы включения светодиодов в осветительных приборах с повышенным классом IK.

Определено, что схема включения последовательного соединения параллельных цепей светодиодов имеющих разбросом значений прямого падения напряжения в пределах $\pm 1\%$, при их питании на 40 % ниже номинального обеспечивает наиболее стабильную и надежную работу светильника в целом. Следовательно, данная схема наиболее подходит для использования в осветительном приборе с повышенным классом IK, так как в ходе выхода из строя небольшого количества светодиодов в разных цепях рассматривается не значительное снижение светового потока и не большая загруженность работоспособности оставшихся светодиодов.

Ключевые слова: осветительный прибор с повышенным классом IK, светодиод, схема включения светодиодов, распределение тока.

INVESTIGATION OF THE SCHEME FOR SWITCHING ON LEDS IN LIGHTING DEVICES WITH AN INCREASED IK CLASS

Albert Abbyasovich Ashryatov, Pavel Nikolaevich Chatkin

Annotation: The article discusses the results of a study of the scheme for switching on LEDs in lighting devices with an increased class IK.

It is determined that the scheme of switching on the serial connection of parallel circuits of LEDs with a spread of forward voltage drop values within $\pm 1\%$, with their power supply 40% lower than the nominal one, provides the most stable and reliable operation of the lamp as a whole. Therefore, this scheme is most suitable for use in a lighting device with an increased IK class, since during the failure of a small number of LEDs in different circuits, it is not considered a significant decrease in the luminous flux and not a large load on the performance of the remaining LEDs.

Keyword: Lighting device with an increased class IK, led, led switching scheme, current distribution.

В исследовании схемы включения использовали светодиоды в количестве 20 штук. Исходя из характеристик реальных светодиодов, параметры которых отличаются в пределах одного бина друг от друга от теоретических моделей светодиодов, определили бинровку значения падения напряжения 40 светодиодов. Входе экспериментального

исследования схемы питания были выбраны светодиоды с диапазоном падения напряжения на светодиодах $U = 2,91 - 2,97$ В, т.е. $U_{cp} = 2,94$ В. Разброс составлял $\sim \pm 1\%$.

Следующим этапом провели исследование схемы последовательного соединения параллельно включенных светодиодов (как матрица) для определения распределение тока и работоспособности схемы как при нормальном режиме работе, так и при наличии пяти выбитых светодиодов в разных цепях схемы (рис.1).

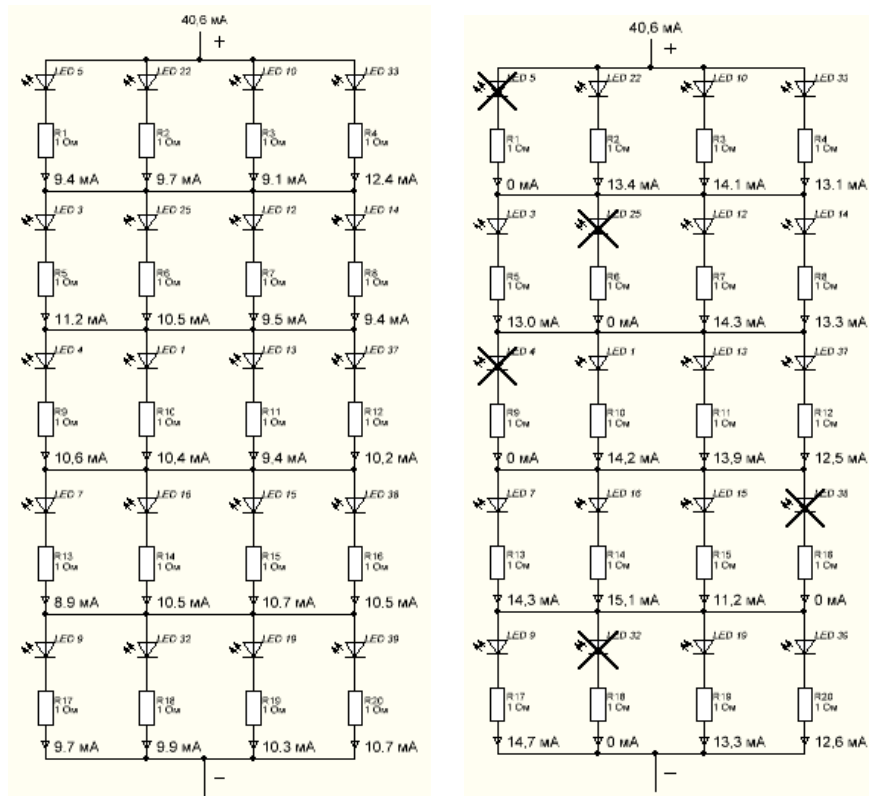


Рис. 1. Распределение токов в схеме последовательного соединения параллельно включенных светодиодов

Результат измерения световых параметров схемы представлены на рис. 2

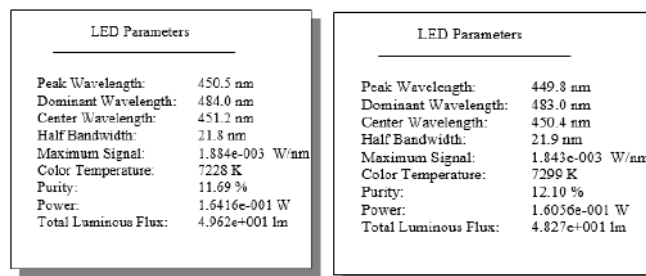


Рис. 2. Результаты измерения световых параметров схемы последовательного соединения параллельно включенных светодиодов

Исследования светотехнических характеристик схемы включения светодиодов были проведены в центре коллективного пользования «Светотехническая метрология» НИ МГУ им. Н.П. Огарева [1]. Определенным подспорьем при постановке задачи служили результаты изложенные в [2, 3].

В результате, при выходе из строя светодиодов в разных цепях данной схемы, световой поток изменится только на $\sim 2\%$, а при выходе из строя пяти светодиодов световой поток снизится на $\sim 5\%$. В таком режиме распределение тока не существенно влияет на работоспособность схемы, что в свою очередь данная схема продолжает работать в стабильном состоянии, с большим запасом по токовой перегрузке. На рис. 3 представлена гистограмма зависимости светового потока светильника от количества рабочих светодиодов при последовательном соединении параллельно включенных светодиодов.

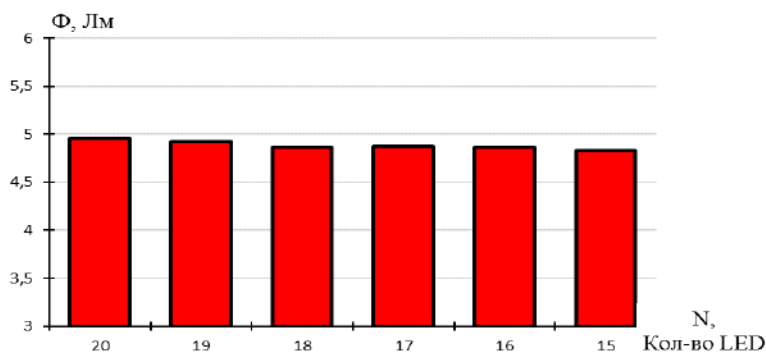


Рис. 3. Гистограмма зависимости светового потока светильника от количества рабочих светодиодов при последовательном соединении параллельно включенных светодиодов

Источники

1. ЦКП «Светотехническая метрология» МГУ им. Н. П. Огарева. [Электронный ресурс]. Доступно по <http://www.innovation.gov.ru/node/3329>.

2. Тукшаитов Р.Х. К вопросу классификации и типизации электрических схем светодиодных кластеров и матриц // В сборнике: Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики. Сборник научных трудов X международной научно-технической конференции. Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева. 2012. С. 3-7.

3. Тукшаитов Р.Х., Маркину Ю.С. Патент на полезную модель RUS 112982. Светильник. Заявл. 08.08.2011.

МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ТРАССИРОВКИ ЛУЧЕЙ В ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Ирина Ивановна Байнева¹, Антон Валерьевич Кузяков²,
Вадим Иванович Шкарин³
^{1,2,3}ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева», г. Саранск
^{1,2}baynevaii@rambler.ru,

Аннотация: Статья посвящена исследованию методов Монте-Карло для трассировки лучей в оптических системах. Проанализирована процедура трассировки лучей методом Монте-Карло. Рассмотрена схема моделирования распространения света в оптической системе, основанная на методе Монте-Карло.

Ключевые слова: исследование, светодиод, принцип, метод, моделирование, программное обеспечение.

MONTE CARLO RAY TRACING METHOD IN OPTICAL SYSTEMS

Irina Ivanovna Bayneva, Anton Valerievich Kuzyakov, Vadim Ivanovich Shkarin

Annotation: The article is devoted to the study of numerical simulation methods - Monte Carlo methods, which allow to organize the modeling of ray tracing in optical systems. Analyzed the procedure of ray tracing by the Monte Carlo method. A scheme for stochastic modeling of light propagation in an optical system, based on the Monte Carlo method, is considered.

Key words: research, LED, principle, simulation, software.

Метод Монте-Карло – группы численных методов, основанных на получении большого числа реализаций стохастического (случайного) процесса, который формируется таким образом, чтобы его вероятностные характеристики совпадали с аналогичными величинами решаемой задачи.

Метод может быть применен в сложных ситуациях, которые трудны для понимания и решения с помощью аналитических методов. Модели систем могут быть разработаны с использованием таблиц и других традиционных методов. Однако существуют и более современные программные средства, удовлетворяющие высоким требованиям, многие из которых относительно недороги. Это, например, коммерческий программный комплекс *TracePro* фирмы *Lambda Research Corporation* для расчета оптических систем, позволяющий проводить трассировку лучей методом Монте-Карло.

Одним из подходов к решению задачи распространения света в многослойных средах является метод статистического моделирования Монте-Карло, где используется совокупность приемов, позволяющих получать необходимые решения при помощи многократных случайных испытаний.

Одним из подходов к решению задачи распространения света в многослойных средах является метод статистического моделирования Монте-Карло, где используется совокупность приемов, позволяющих получать необходимые решения при помощи многократных случайных испытаний. Оценки искомой величины выводятся статистическим путем. Применительно к задаче распространения излучения в многослойной среде метод Монте-Карло заключается в многократном повторении расчета траектории движения луча в среде, исходя из задаваемых параметров среды.

Трассировка лучей методом Монте-Карло [1] используется при решении прямых и обратных задач геометрической оптики, в том числе для моделирования распределений освещенности, интенсивности или яркости, формируемых оптическими системами. Процедура трассировки лучей подразумевает многократный поиск точек пересечения лучей и оптических поверхностей, последующее определение нормалей в полученных точках поверхностей и вычисление преломленных и отраженных лучей. При этом основная вычислительная сложность приходится на поиск точек пересечения лучей с оптическими поверхностями. Как правило, для описания оптических поверхностей используются различные сплайновые формы представления, что делает невозможным точное аналитическое решение задачи трассировки лучей. Для расчёта точек пересечения геометрия поверхностей аппроксимируется набором простых фигур (примитивов), например, треугольников.

В задачах, связанных с моделированием освещенности (яркости или интенсивности) на приемниках излучения оптических систем, как правило, применяется прямая трассировка лучей методом Монте-Карло [1-2]. Прямая трассировка лучей методом Монте-Карло моделирует распространение световых лучей от источника света до приемника излучения и тем самым статистически воспроизводит распределение освещенности, интенсивности или яркости на приемнике излучения.

Существует большое количество различных модификаций метода Монте-Карло, каждый из которых оптимален для специфических задач оптического моделирования. Однако наиболее универсальным и

эффективным методом для большинства задач оптического моделирования является метод «русской рулетки».

Метод Монте–Карло предоставляет большие возможности для моделирования светораспределений, формируемых оптическими, в том числе светодиодными, системами.

Источники

1. Андреев Е.С., Моисеев М.А, Борисова К.В. Трассировка лучей методом Монте-Карло через осесимметричные оптические элементы с использованием k-мерного дерева // Компьютерная оптика. 2015. Т. 39, № 3. С. 357-362.

2. Байнева И.И. Применение метода Монте-Карло для моделирования светораспределения в оптических системах // Информатизация образования и науки. 2020. № 1 (45). С. 93-100.

ОЧКИ С ПЕРЕМЕННЫМ ФОКУСОМ

Владислав Юрьевич Барышев¹, Равиль Рафисович Шириев²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
^{1,2}baryshev.98@inbox.ru, shrr@list.ru

Аннотация: В работе описываются результаты разработок и достижения в сфере инновационных очков с переменным фокусом.

Ключевые слова: электронные автофокальные очки, электронные линзы.

GLASSES WITH VARIABLE FOCUS

Vladislav Yuryevich Baryshev, Ravil Rafisovich Shiriev

Annotation: The paper describes the results of developments and achievements in the field of innovative glasses with variable focus.

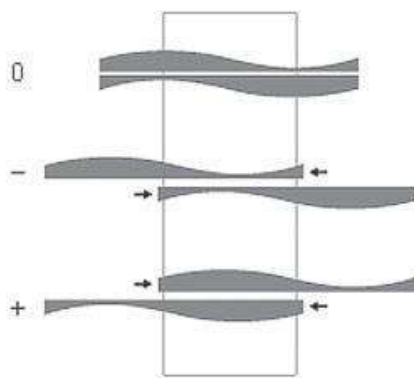
Keywords: electronic autofocal glasses, electronic lenses.

С возрастом, после 45-50 лет у 20% людей развивается пресбиопия – это когда хрусталик глаза теряет свою эластичность. Становится сложнее фокусироваться на объектах. Такое можно исправить с помощью: очков для чтения или операции на глаза. Однако первый метод не так уж эффективен, а на второй не каждый решится. Поэтому ведущие специалисты проводят исследования и разработки с целью создания очков с переменным фокусом.

Одной из таких разработок являются гидравлические очки. Каждая линза этих очков состоит из двух линз [1]. Внешняя линза – это обычная полимерная линза, которая обеспечивает четкое зрение вдаль. Ближе к глазу находится вторая линза, задняя поверхность которой жесткая, а передняя гибкая. Пространство между двумя поверхностями заполнено оптически прозрачной жидкостью. Когда надо увеличить оптическую силу линзы для достижения четкого зрения вблизи, увеличивается давление жидкости в линзе при помощи специального движка, расположенного на мостике оправы. При повышении давления передняя гибкая поверхность линзы выгибается вперед, ее кривизна увеличивается и соответственно увеличивается преломляющая способность внутренней линзы и оптическая сила системы двух линз в целом. Главное достоинство таких очков – отсутствие периферических искажений. В таких очках четко видно через все зоны линзы – поля четкого зрения на всех дистанциях в таких очках будут такими же широкими, как и в обычных очках.

Также существуют электронные очки с переменным фокусом. Оптическая зона для зрения вблизи у этих прогрессивных линз обладает определенной постоянной величиной аддидации, к которой в случае необходимости можно добавить. Увеличение аддидации мгновенно происходит либо автоматически при наклоне головы вниз, либо электронную зону можно включить вручную. Для увеличения величины аддидации используется размещенный в зоне линзы для зрения вблизи невидимый слой жидких кристаллов, показатель преломления этого слоя увеличивается при протекании через него слабого электрического тока. Дальнейшее усовершенствование линз может привести к возможности получать с помощью электронной добавки полную величину требуемой аддидации и расширению площади ЖК-зоны на всю линзу.

Для случаев, когда нет специалистов для проверки зрения и нет возможности заказать очки, либо в экстремальных ситуациях, когда люди с плохим зрением могут оказаться без своих очков были разработаны адаптивные очки.



Схема, поясняющая принцип работы адаптивных очков

Такие очки могут быть использованы для улучшения зрения как миопами, так и гиперметропами, поскольку оптическую силу каждой линзы пользователь легко может настраивать в диапазоне от -6 D до $+3\text{ D}$ [2]. Это изменение достигается за счет сдвига двух линз, установленных в одном световом проеме, друг относительно друга. Эти очки применяет японская служба помощи в чрезвычайных ситуациях. Оптическая сила каждой линзы подбирается отдельно путем вращения небольшого колесика на заушнике оправы.

В 2013 году компания «*Deep Optics*», занялась разработкой электронных линз с переменным фокусом, который меняет положение на площади линзы в зависимости от движения зрачка владельца [3]. Их производство стало настоящим технологическим вызовом. Очки, названные «омнифокальными», еще находятся в разработке. Эти уникальные очки оснащены датчиками отслеживания, которые фиксируют

дистанцию и управляют линзами в соответствии с ней. Все поле обзора можно увидеть с любого расстояния. Согласно словам соучредителя и генерального директора компании Яриву Хаддаду, запатентованная технология компании поддерживает отрицательную и положительную оптические силы и может применяться для разработки линз с оптической аддидацией 3 дптр и размером 30 мм, которые пригодны для мультифокальных очков. Электронные линзы, работающие на технологии жидких кристаллов, могут использоваться в очковых оправах различных стилей. Единственным ограничением будет размер оправы, которая должна вмещать электронный чип шириной около половины миллиметра и батарею.

Источники

1. Robert W. Duffner. The Adaptive Optics Revolution: A History. The University of New Mexico Press, 2009. 485 с.
2. В Японии представили адаптивные электронные очки. [Электронный ресурс]. URL: <https://progress.online/gadzhety/4145-v-yaponii-predstavili-adaptivnye-elektronnye-ochki> (дата обращения: 29.10.2020).
3. Очки для коррекции зрения с переменным фокусом. [Электронный ресурс]. URL: http://www.optica4all.ru/index.php?Itemid=425&id=2127&option=com_content&view=article (дата обращения: 29.10.20).

ОБ АКТУАЛЬНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Алина Ренатовна Денисова¹, Ольга Витальевна Исаева²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань,
¹denisova_ar@mail.ru, ²isaeva.olga01@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена проблеме источников света с нелинейными вольтамперными характеристиками. Затронута актуальность вопроса перехода на энергосберегающие технологии в виде светодиодных светильников в современном мире.

Ключевые слова: качество электроэнергии, светодиодные источники света, нелинейная нагрузка, высшие гармоники.

INFLUENCE OF LED SOURCES ON POWER QUALITY

Alina Renatovna Denisova, Olga Vitalevna Isaeva

Abstract: The article is devoted to the problem of light sources with nonlinear volt-ampere characteristics. The actuality of the issue of transition to energy-saving technologies in the form of LED lamps in the modern world is touched upon.

Key words: power quality, LED light sources, nonlinear load, higher harmonics.

В настоящее время во всем мире стремительно расширяется сфера применения светодиодных технологий освещения. Данные источники света в настоящее время вне конкуренции по таким параметрам, как световая отдача, температурные диапазоны эксплуатации, срок службы, электро и пожаробезопасность, минимум затрат на техническое обслуживание. Однако, тот факт, что светодиодные источники света имеют нелинейную вольтамперную характеристику, заставляет задуматься об изменениях, вносимых ими в параметры электроэнергии питающей сети. Постоянный рост доли и мощности источников света с нелинейными вольтамперными характеристиками приводит к возникновению проблемы качества электроэнергии.

Ухудшение параметров качества электроэнергии влечет за собой увеличение потерь в сети, нарушение работы электроприемников, создает опасность возникновения резонанса и перегрузку емкостных цепей.

Проведенные исследования [1-3] показывают, что в распределительных сетях нелинейность светодиодных источников приводит к существенному искажению формы функции и порождению высших гармоник тока и напряжения, а это в свою очередь приводит к падениям напряжения как в нейтрале, так и в фазных проводниках. Ухудшение показателей качества электроэнергии (ПКЭ) питающей сети

способно оказать значительное влияние на технико-экономические характеристики и надежность работы электрооборудования. Возникающие высшие гармоники способны вызвать дополнительные активные потери в трансформаторах, двигателях и генераторах, усиливают процесс старения изоляции, а так же оказывают влияние на погрешности измерительных приборов.

Вопросы по улучшению ПКЭ актуальны не только в России, но и за рубежом. Об этом свидетельствуют регулярно проходящие конференции, посвященные вопросам электромагнитной совместимости и качества электроэнергии: *CIGRE* (Международная конференция по большим электрическим системам), *CIPRED* (Международная конференция по системам распределения электроэнергии) и др. Можно выделить некоторые причины, вызывающие повышенный интерес к проблеме качества электроэнергии:

- Сокращение долговечности электрооборудования, (плохое качество электроэнергии может повлечь за собой сокращение долговечности;
- Повреждение электрооборудования, что сопровождается производственными потерями), увеличение производственных издержек [4].

Вопрос влияния светодиодных ламп на ПКЭ изучается научными группами, однако отсутствует информация, насколько изменятся характеристики электроэнергии, если источники света имеют функцию регулирования светового потока в системах автоматизированного управления освещением [5]. С целью выявления влияния светодиодных светильников с системой регулирования светового потока на ПКЭ нами планируется провести исследования с помощью анализатора качества электрической энергии для группы светильников с автодиммированием.

Источники

1. Кузьменко В.П., Солёный С.В., Шишлаков В.Ф., Солёная О.Я. Измерение качества электроэнергии в системе электроснабжения со светодиодными осветительными устройствами // Научный вестник НГТУ. 2019. Т.74, №1. С. 197-212.
2. Васильев С.И., Гриднева Т.С. Оценка влияния энергоэффективных источников света на качество электроэнергии в электрических сетях и системах электроснабжения // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов. Ки-нель : РИО Самарского ГАУ, 2019. С 369-372.

3. Байнева И.И. Современные энергоэкономичные технологии освещения // НИР. Экономика фирмы. 2017. № 2 (19). С.84: 19-24.

4. Лютаревич А.Г. Повышение качества электроэнергии в распределительных сетях за счет снижения несинусоидальности кривой напряжения

5. Денисова А.Р., Сибгатуллин Э.Г. Повышение энергоэффективности при использовании системы автоматического регулирования светового потока. // Электроэнергия. Передача и распределение. 2020. № 1 (58). С. 38-39.

РАЗРАБОТКА МАКЕТНОГО ОБРАЗЦА ЦВЕТОДИНАМИЧЕСКОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ АРХИТЕКТУРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ

Игорь Олегович Захватов¹, Сергей Владимирович Прытков²
^{1,2} ФГБОУ ВО «МГУ им Н.П. Огарева», г. Саранск
^{1,2}zaxvatov.igor@mail.ru

Аннотация: Проект реализован на базе одноплатного компьютера Raspberry Pi с помощью языка программирования Python. Целью работы было создание макета осветительной установки для архитектурного освещения, имитирующая подсветку административного здания г. Саранск в ночное время. В процессе были созданы блок питания и различные алгоритмы сценариев работы установки.

Ключевые слова: RaspberryPi, Python, листинг, ШИМ, RGB.

DEVELOPMENT OF A LAYOUT SAMPLE OF A COLOR DYNAMIC LIGHTING SYSTEM FOR ARCHITECTURAL LIGHTING OF AN ADMINISTRATIVE BUILDING

Igor Olegovich Zahvatov, Sergey Vladimirovich Prytkov

Annotation: The project is implemented on the basis of a single-Board raspberry Pi computer using the Python programming language. The aim of the work was to create a layout of a lighting system for architectural lighting that simulates the illumination of an administrative building in Saransk at night. In the process, the power supply unit and various algorithms for installation scenarios were created.

Keywords: Raspberry Pi, Python, listing, PWM, RGB.

Главным недостатком компьютерного моделирования является – несопоставимый по величинам диапазон яркостей объектов и фона в поле зрения в реальности и на проектной визуализации. Их неспособна передать буквально «картинка» ни на бумаге, ни на экране монитора. Таким образом, встает вопрос о предоставлении студентам-светотехникам макетного образца административного здания со светодиодной установкой, на которой они могли бы отрабатывать приёмы архитектурного освещения.

Блок усиления предназначен для подключения платы *Raspberrypi* со светодиодной лентой. Схема имеет три входа *R*, *G*, *B*. Каждый каскад представляет собой ненасыщенный ключ, в коллекторе которого находится светодиоды определённого цвета. В эмиттерах диода усилителя находятся резисторы R_2 , 4 , бкоторые не дают транзисторам входить в глубокое насыщение, тем самым повышая частотные свойства каскадов усиления. Резисторы R_1 , 3 , 5 служат для компенсации тока коллектора I_{k0} . Схема блока усиления представлены на рис. 1.

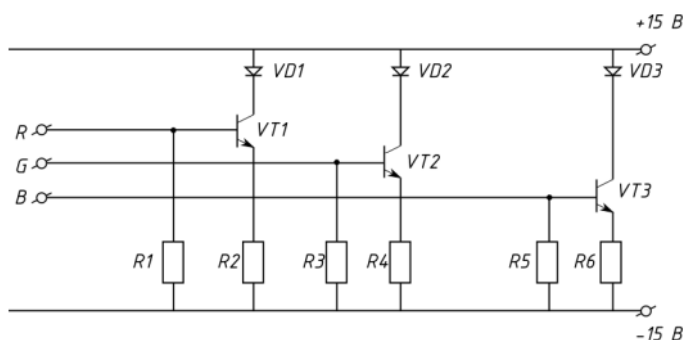


Рис. 1. Рабочая схема усилителя

Три дорожки(канала),которые синхронизированы по времени. «Малина» (*RaspberryPi3*) формирует ширину импульса в каждый следующий промежуток времени, на каждый канал. Ширина импульса пропорциональна яркости или световому потоку того или иного канала для данного промежутка времени.

Количество *RGB* подобрано таким образом, чтобы воспроизводить конкретную цветовую температуру. Для этого мы используем подпрограмму «*colormixcct*». В качестве входного параметра, мы задаётся цветовая температура и подпрограмма, для данной цветовой температуры, генерирует компоненты цвета *RGB*, которые в конкретном случае соответствуют ширине импульса каждого канала.

Скрипт реализован таким образом, что он задействует механизм перенаправления ввода/вывода тем самым реализовывая из обычного текстового файла информацию, которая хранит в себе данные о задержке включения и выключения диодов и ШИМ для светодиодов. Для дальнейшей работы были выбраны цветовые температуры в две, четыре, шесть и восемь тысяч кельвин.

Помимо этого, проводилась калибровка установки аддитивного воспроизведения цвета с помощью спектрометра *Specbos 1211*. Суть калибровки заключалась в измерении спектров красного, зеленого и синего стимулов, создаваемых *RGB* линейкой. Для чего спектрометр был сконфигурирован для измерения спектральной плотности энергетической яркости.

Концептуально было реализовано 2 сценария освещения: динамическая смена цветовой температуры и плавное изменение всех цветов. Сценарии отличаются друг от друга как исполнением, так и специализацией использования. Сцена 1, меняет цветовую температуру светильников для лучшего восприятия освещения здания зрителем в повседневное время. Такой сценарий можно применять как с течением всей ночи подобно «суточному димированию». На рис. 2 представлена

модель подобного освещения. Второй сценарий имеет яркую цветовую гамму, которая выделяется на фоне строгого административного здания, поэтому их применение целесообразно лишь в определенные праздничные дни (рис. 3).

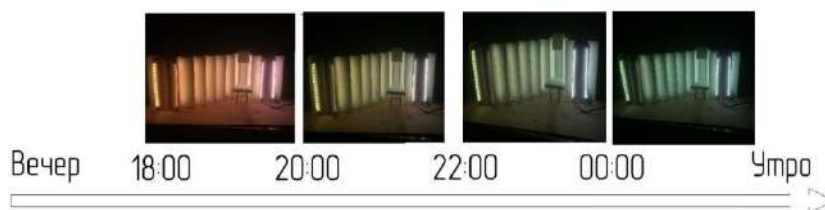


Рис. 2. Изменение цветовой температуры от 2000 до 8000 К, ночью



Рис. 3. Праздничное цветное динамическое освещение фасада

В заключении хочется сказать, что на практике, методы и средства, применённые мной можно использовать в создании проекта освещения любого здания. Ценность данного проекта заключается в том, что разработанная осветительная установка позволяет сделать изучение вопросов о наружном архитектурном освещении более наглядным процессом.

Источники

1. Амелькина С.А., Духонькин А.Э. Современные технические средства для реализации динамических проектов наружного архитектурного освещения // XV Огарёвские чтения: материалы науч. конф.: в 3 ч. Саранск: МГУ, 2017. 105 с.

2. Прытков С.В. О расчёте линий постоянной коррелированной цветовой температуры / ред. О.Е. Железникова (отв. ред.), А.А. Ашрятов (зам. отв. ред.), А.М. Кокинов [и др.]. Афанасьев В. С. 2015. С. 191-196.

О СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ В РОССИИ

Инеcса Венеровна Зиганшина¹, Равиль Рафисович Шириев²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹inessa.ziganshina@gmail.com, ²shrr@list.ru

Аннотация: В работе рассматривается развитие солнечной энергетики в России, лидеры по установленной мощности в СЭС. Затрагивается причина отставания от других стран и способы устранения этой проблемы.

Ключевые слова: солнечная энергетика, солнечные электростанции (СЭС), микрогенерация.

ABOUT SOLAR ENERGY IN RUSSIA

Inessa Venerovna Ziganshina, Ravil Rafisovich Shiriev

Annotation: The paper considers the development of solar energy in Russia, the leaders in installed capacity in solar power plants. The reason for lagging behind other countries and ways to fix this problem are discussed.

Keywords: solar energy, solar power station (SPS), microgeneration.

Как известно, солнечная энергетика основана на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде.

Солнечная энергия, как и другие альтернативные источники энергии, может применяться и использоваться в различных областях человеческой деятельности [1].

За последние годы (2010-2020), как нам сообщают аналитики компании *Neosun Energy*, установленная мощность запущенных в эксплуатацию солнечных электростанций (СЭС), в России на 1 июня 2020 года достигла 1 ГВт 452 МВт [2].

Лидером среди регионов стал Южный Федеральный округ. Здесь за 10 лет ввели солнечные электростанции установленной мощностью 642 МВт.

Здесь же располагается самая крупная на территории России фотоэлектрическая установка – СЭС Перово в Крыму. Её установленная мощность составляет 105 МВт 560 кВт.

Вторую строчку по установленной мощности СЭС занял Приволжский федеральный округ (464,5 МВт), а третье место – Сибирский федеральный округ (128 МВт).

За последние три года (2017-2020гг.) 73% солнечных электростанций общей мощностью 1 ГВт 66 МВт введены в

эксплуатацию. При этом ежегодный прирост установленных мощностей СЭС составил 38 %.



Карта федеральных округов с лидирующими позициями СЭС: 1-Южный ФО; 2-Приволжский ФО; 3-Сибирский ФО

В России также приняты поправки к федеральному закону об электроэнергетике, которые вводят понятие микрогенерации. Ее объектами признаются частные электростанции мощностью до 15 кВт, которые генерируют энергию для нужд частных лиц или организаций. Закон разрешает продавать излишки энергии в общую сеть, это позволит дальнейшее внедрение возобновляемых источников энергии в России [3].

Россия до сих пор централизованно производит тепло и электроэнергию, доставляя ее через полстраны.

В своей практике участники рынка солнечной энергетики сталкиваются с противодействием со стороны: энергетиков, проектировщиков, монтажников. Основная причина – недостаточная компетентность технических специалистов в России, большинство из которых до сих пор живут в парадигме той информации, которую усвоили в вузах 20-30 лет назад.

Многие думают, что солнечная энергетика дорогая, однако сегодня она стоит дешевле традиционных источников энергии, а операционные затраты стремятся к нулю.

Также считают, что это опасная и неизвестная сфера. Тем не менее объекты, где используется солнечная энергетика, в России есть. В качестве примера можно привести завод *L'Oréal* в Калужской области. Здание оборудовано солнечной электростанцией мощностью 500 киловатт. Еще один пример из нашей практики – солнечная электростанция мощностью 200 кВт для коммерческого объекта сельскохозяйственного назначения в Краснодарском крае.

Еще одно популярное мнение: в России «мало солнца». В нашей стране гораздо больше солнца, чем во многих странах Европы, в частности

в Германии. Например, в Воронежской, Челябинской, Новосибирской области и Хабаровском крае солнечная электростанция с правильным углом наклона выдаст порядка 1150 кВт*ч на 1 киловатт установленной мощности в год.

Сложившуюся ситуацию можно изменить посредством волевых решений. Во-первых, энергетики и инженеры проектов должны быть погружены в общемировую коммуникационную среду и знать английский. Во-вторых, должно прийти новое поколение энергетиков и инженеров, прошедших стажировку в зарубежных университетах и освоивших новые технологии.

Источники

1. Солнечная энергетика. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.solarroof.ru/theory/28/88/> (дата обращения: 16.10.20)

2. Как развивается солнечная энергетика в России. [Электронный ресурс]. URL: <https://recyclemag.ru/article/razvivaetsya-solnechnaya-energetika-rossii#:~:> (дата обращения: 16.10.20).

3. В России неожиданно сильно выросла доля солнечной генерации на новых электростанциях. [Электронный ресурс]. URL: https://www.znak.com/20200812/v_rossii_neozhidanno_silno_vyroslo_dol_ya_solnechnoy_generacii_sredi_novyh_elektrostanciy (дата обращения: 17.10.20).

4. Солнце и предубеждение: почему солнечная энергетика не приживается в России. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.ru/biznes/376681-solnce-i-predubezhdenie-pochemu-solnechnaya-energetika-ne-prizhivaetsya-v-rossii> (дата обращения: 22.10.20).

ДИЗАЙН-ПРОЕКТ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО АРХИТЕКТУРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ФАСАДА АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ

Роман Евгеньевич Калинин¹, Светлана Анатольевна Амелкина²
^{1,2}ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева», г. Саранск
¹romanuc69@gmail.com, ²amelkinas@mail.ru

Аннотация: В данной статье описывается разработка дизайн-проекта энергоэффективного освещения фасада здания главного корпуса ЮУрГУ в городе Челябинске.

Ключевые слова: наружное архитектурное освещение, осветительный прибор, локальное освещение, заливающее освещение, 3D модель, яркость.

DESIGN PROJECT FOR ENERGY-EFFICIENT ARCHITECTURAL LIGHTING OF THE ADMINISTRATIVE BUILDING FACADE

Roman Yevgenyevich Kalinkin, Svetlana Anatolievna Amelkina

Annotation: This article describes the development of a design project for energy-efficient lighting of the facade of the main building of SUSU in the city of Chelyabinsk.

Keywords: outdoor architectural lighting, lighting device, local lighting, flood lighting, 3D model, brightness.

Архитектурное освещение фасадов зданий является очень важной частью городской световой среды. С помощью освещения, объект в ночи можно воспринимать в совсем отличном от дневного восприятия образе, а иногда даже в более привлекательном виде, чем в дневное время, потому что темнота может скрывать недостатки, а архитектурное освещение выделяет достоинств.

Для создания энергоэффективного архитектурного освещения следует применять светодиодные светильники с высокой световой отдачей. Первоначально был разработан и создан дизайн-проект освещения в программе Photoshop. Для реализации приема локального освещения были выбраны светодиодные светильники компании iGuzzini. Создание 3D модели проводилось в программе 3D Max, с импортом модели в программу светотехнического моделирования. Все последующие действия по моделированию проводились в программе DIALux evo 8 [1].

На рис. 1 представлен передний вид фасада здания университета в городе Челябинске. Анализ видовых точек, позволил сделать вывод о целесообразности освещения именно главного фасада здания.



Рис. 1. Фасад здания ЮУрГУ в Челябинске

Для реализации варианта архитектурного освещения здания потребовалось 167 светильников компании *iGuzzini*: 44 светильника *iGuzzini BG36_C418* (28 Вт, 105,1 лм/Вт, 4000 лм) (рис. 2 (а)), 23 светильника *iGuzzini EI01_B09C* (16 Вт, 91,6 лм/Вт, 2100 лм) (рис. 2 (б)), 58 светильников *iGuzzini Q694_B47B* (6,1 Вт, 64 лм/Вт, 710 лм) (рис. 2 (в)), 32 светильника *iGuzzini EH92_B82B* (9,1 Вт, 67,1 лм/Вт, 990 лм) (рис. 2 (г)), 6 светильников *iGuzzini EP89_C17BQ* (53 Вт, 103,1 лм/Вт, 7550 лм) (рис. 2 (д)), 2 светильника *iGuzzini EI10_B18C* (24 Вт, 95,1 лм/Вт, 3000 лм) (рис. 2 (е)), 2 светильника *iGuzzini Q685_B35B* (2,5W, 62,9 лм/Вт, 250 лм) [2].

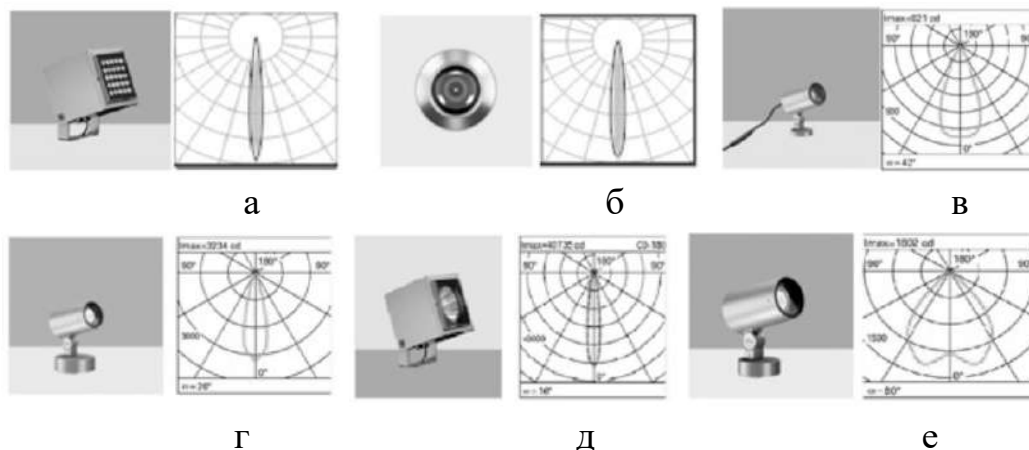


Рис. 2. Внешний вид и КСС используемых осветительных приборов
 а) *iGuzzini BG 36_C418*; б) *iGuzzini EI01_B09C*; в) *iGuzzini Q694_B47B*;
 г) *iGuzzini EH92_B82B*; д) *iGuzzini EP89_C17BQ*;
 е) *iGuzzini EI10_B18C*

В результате выполнения светотехнического проекта архитектурного освещения получена 3D визуализация освещения и уровни распределения яркости в фиктивных цветах на фасаде здания (рис. 3).

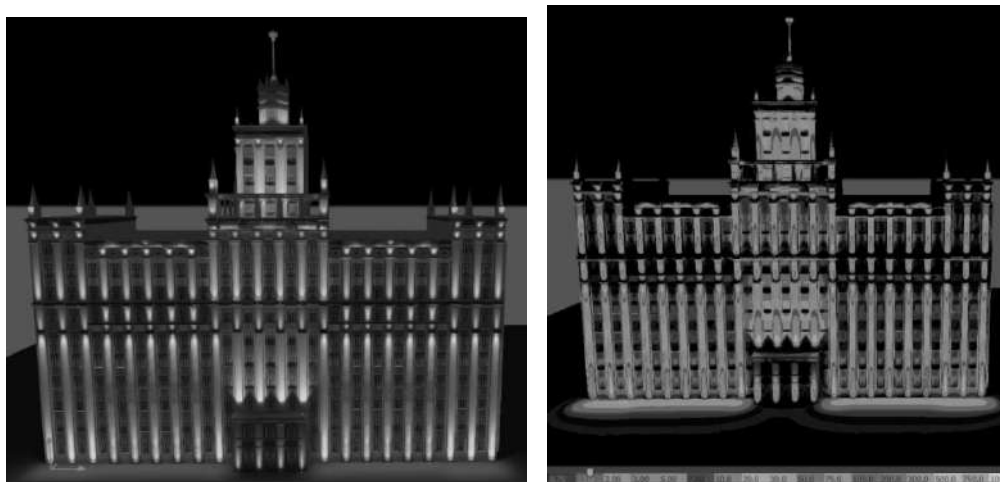


Рис. 3. 3D визуализация освещения фасада здания университета и уровни распределения яркости в фиктивных цветах на фасаде

Оценивая энергоэффективность проекта, можно отметить, что установленная мощность, при реализации приема локального освещения, составила 2905,1 Вт.

Значения яркости не превышают 30 кд/м^2 , данный проект удовлетворяет требованию СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» для зданий А-категории городского пространства [3].

Источники

1. Амелькина С.А. Компьютерное моделирование осветительных установок. Лабораторный практикум: учебно-методическая разработка. Саранск. Изд-во: ООО «13 РУС», 2012. 56 с.
2. iGuzzini – Lighting innovation for people. [Электронный ресурс]Режим доступа: <https://www.iguzzini.com>.
3. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение.Взамен СНиП 23-05-95; введ. 08-05-2017. Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии; М.: Минстрой России, 2016. 106 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ DIALUX EVO

Максим Анатольевич Крылов¹, Наталья Вячеславовна Денисова²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹krylovmaxim2015@yandex.ru, ²natali.denisova@bk.ru

Аннотация: В статье кратко описаны простые интеллектуальные системы освещения и примеры их использования. Рассмотрено взаимодействие этих систем и программного комплекса DIALux EVO.

Ключевые слова: освещение, интеллектуальные системы, DIALux EVO.

DESIGNING AN INTELLIGENT LIGHTING SYSTEM USING DIALUX EVO.

Maxim Anatolyevich Krylov, Natalya Vyacheslavovna Denisova

Annotanion: The article briefly describes simple intelligent lighting systems and examples of their use. The interaction of these systems and the DIALux EVO software package is considered.

Key words: lighting, intelligent systems, DIALux EVO.

Проектирование и разработка интеллектуальных систем освещения является востребованной и перспективной частью развития энергосберегающих технологий. Такие системы позволяют экономить электроэнергию, имеют быструю окупаемость и высокую эффективность, а также повышают комфорт использования освещения [1].

В настоящее время спроектировать интеллектуальную систему освещения в одном программном комплексе, который мог бы сам все рассчитать, не представляется возможным, поэтому необходимо участие человека в разработке такой системы. Рассмотрим взаимодействие некоторых систем интеллектуального освещения и программного комплекса *DIALux EVO*.

Системы управления освещения можно представить в виде отдельных компонентов: светильники, датчики, расписание, время суток, оценка ситуации и внешние системы. Все эти компоненты связаны между собой и представляют единое целое.

Выбор светильников следует осуществлять исходя из принятых норм для помещения, эстетического вида и их функциональности. Важно, чтобы они имели возможность изменять те параметры, которые используются в системе управления освещением.



Системы управления освещением

В *DIALux EVO* можно выбрать светильники из встроенного каталога или импортировать их, а после расположить их на объекте в зависимости от требований проекта.

Использование различных датчиков движения и освещения позволяет грамотно и эффективно управлять освещением. Они позволяют включать и выключать свет только тогда и там, где это требуется. С их помощью можно регулировать яркость освещения и цветовую температуру света в помещениях в зависимости от различных внешних и внутренних условий. В таких случаях и важен учет оценки ситуации, расписания работы объекта и времени суток.

Проектирование, разработку и расчет подобных интеллектуальных систем освещения можно осуществить в *DIALux EVO* благодаря созданию различных сценариев освещения.

Например, в вечернее или ночное время может не требоваться максимальная яркость и работа всех светильников. Датчики могут определять время суток и учитывать нахождение человека в помещениях и включать только определенные светильники и определенной яркости для экономии электроэнергии или для комфортного освещения. В *DIALux EVO* можно спроектировать и просчитать такие варианты освещения с помощью создания сценариев освещения, объединения светильников по группам и выставления в них требуемой яркости.

Помимо этого, в данном программном комплексе можно учесть и влияние естественной освещенности. Например, функцию оценки освещенности внутри помещения будут выполнять датчики освещенности, которые могут располагаться как отдельно, так и прямо в каждом светильнике. Они будут посылать сигналы о снижении яркости или выключении светильников в тех местах, где обеспечивается достаточная

освещенность от естественного света. Такое решение также возможно осуществить с помощью создания различных сценариев освещения и разбиения отдельных светильников на группы, в которых они могут работать с различной яркостью или вовсе быть выключены

Использование интеллектуальных систем освещения нужно для:

- 1) Повышения эффективности использования освещения;
- 2) Повышения комфорта освещения.

Использование интеллектуальных систем освещения позволяет экономить электроэнергию и тем самым увеличивать энергоэффективность осветительной сети. Описанные выше примеры использования интеллектуальных систем являются примером повышения энергоэффективности освещения.

Повышение комфорта освещения может быть связано с изменением яркости светильников, изменением цветовой температуры света, локализацией освещения либо его рассеиванием. Все это может применяться, например, в декоративном освещении. Помимо этого комфорт использования умного освещения достигается благодаря использованию удобного, удаленного, мобильного управления всей этой системой [2].

Энергоэффективность использования интеллектуальной системы освещения в *DIALux EVO* можно оценить после расчетов различных сценариев освещения. Так как в результатах расчета показываются расход электроэнергии и затраты на ее потребление.

Оценить комфорт от использования такой системы можно благодаря хорошей визуализации в программе. Например, применяя в сценарии освещения различные цветные светофильтры для светильников, можно изменять их цветовую температуру света и наглядно посмотреть как это будет выглядеть для конкретного помещения или объекта.

Источники

1. Денисова Н.В. и др. Осветительные установки промышленных предприятий: учебное пособие. Казань: Казанский государственный энергетический университет. 2016. 206 с.

2. Антипова, А. Н., Волох Я.В. Разработка технологии создания систем интеллектуального освещения // Научный журнал "Молодой ученый". 2018. № 25. Ч. 2. С. 104-106.

РАСЧЕТНЫЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПАКТНЫХ БАКТЕРИЦИДНЫХ ЛАМП В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ

Нина Петровна Нестеркина¹, Евгений Александрович Кузнецов²
^{1,2}ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Россия
¹nesterkina.n@mail.ru, ²kuznecov-e@mail.ru

Аннотация: В данной работе представлены результаты расчета мощности и энергетического потока компактных бактерицидных ламп в зависимости от напряжения питающей сети и сравнение их с экспериментальными исследованиями.

Ключевые слова: бактерицидная лампа, энергетический поток, мощность, расчет, напряжение, облученность.

CALCULATION AND EXPERIMENTAL STUDIES OF COMPACT BACTERICIDE LAMPS DEPENDING ON SUPPLY MAINS VOLTAGE

Nina Petrovna Nesterkina, Evgeny Aleksandrovich Kuznetsov

Abstract: This paper presents the results of calculating the power and energy flux of compact bactericidal lamps, depending on the voltage of the supply network, and their comparison with experimental studies.

Key words: bactericidal lamp, energy flow, power, calculation, voltage, irradiation.

Бактерицидные лампы – это ртутные разрядные лампы низкого давления, колбы которых выполнены из увиолевого или кварцевого стекла, прозрачного для ультрафиолетового излучения с длиной волны 253,7 нм (коротковолновое излучение *UV-C*), обладающего наибольшим бактерицидным действием.

Расчет параметров компактных бактерицидных ламп ДКБ 7 и ДКБ 9 [1] осуществлялся в программе «*LUMEN-COMPACT*» [2], в которой реализуется алгоритм расчета основных микро- и макрохарактеристик плазменного столба компактных люминесцентных ламп.

Измерения мощности и энергетического потока компактных бактерицидных ламп ДКБ 7 и ДКБ 9 при изменении напряжения сети от 187 до 242 В производились на стенде компании «ГалСен» [3]. Измерение энергетической облученности производилось УФ-Радиометром ТКА-АВС [4].

Измерения параметров проводили при условиях, регламентируемых ГОСТ [5]:

- температура окружающей среды: (25 ± 10) °С;
- относительная влажность: (65 ± 20) %;
- атмосферное давление: (101 ± 4) кПа;
- напряжение питающей сети: (220 ± 22) В, частота тока 50 Гц.

Значение энергетического потока в зависимости от напряжения питающей сети рассчитывали по формуле:

$$\Phi_e = \Phi_{ен} \cdot E_n / E_{ен} \quad (1)$$

где Φ_e – экспериментальное значение энергетического потока; $\Phi_{ен}$ – значение энергетического потока, заявленное производителем для напряжения 220 В; E_e – измеренное значение энергетической освещенности, $E_{ен}$ – значение энергетической освещенности при 220 В, достигнутое в течение периода разгорания.

На рис. 1-2 представлены графики зависимости расчетных и экспериментальных исследований характеристик компактных бактерицидных ламп типа ДКБ 7 и ДКБ 9.

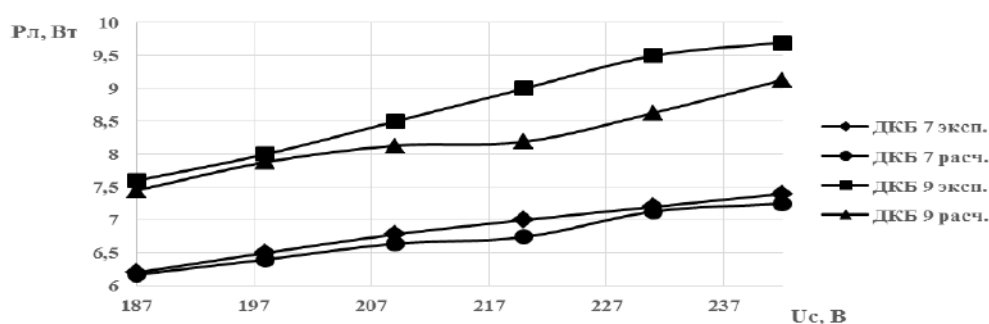


Рис. 1. Зависимость расчетных и экспериментальных значений мощности ламп типа ДКБ 7 и ДКБ 9 от напряжения сети

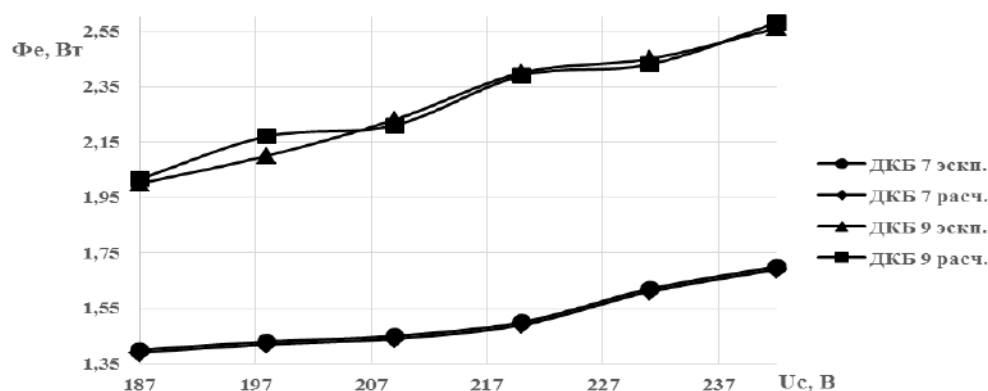


Рис. 2. Зависимость расчетных и экспериментальных значений энергетического потока ламп типа ДКБ 7 и ДКБ 9 от напряжения сети

Анализ полученных данных показал, что результаты эксперимента практически полностью совпали с расчетными данными, что говорит о

возможности использования программы LUMEN-COMPACT при разработке компактных бактерицидных ламп различного конструктивного исполнения.

Источники

1. Каталог продукции ООО «НИИИС имени А.Н. Лодыгина» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vniiis.su/produktsiya/istochniki-sveta-svetovye-pribory-i-ikh-komponenty/lampy-ultrafioletovye>.
2. Ашрятов А. А. Расчёт и конструирование люминесцентных ламп : учебник для вузов. 2-е изд., доп. / А. А. Ашрятов, А. С. Федоренко ; Изд-во СВМО. Саранск : Издатель Афанасьев В. С., 2014. 364 с.
3. Учебные лабораторные стенды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://galsen.ru/>.
4. УФ Радиометр ТКА-АВС. Технические условия ТУ 4437-004-16796024-99.
5. ГОСТ Р 8.760–2011 Измерение энергетических и эффективных характеристик ультрафиолетового излучения бактерицидных облучателей. Методика измерений. Введ. 2013–01–01. М. : Стандартинформ, 2019. 11 с.

АНАЛИЗ КОЭФФИЦИЕНТА ПУЛЬСАЦИЙ СВЕТОДИОДНЫХ ФИЛАМЕНТНЫХ ЛАМП РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Нина Петровна Нестеркина¹, Евгений Сергеевич Шичавин²
^{1,2}ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Россия
¹nesterkina.n@mail.ru, ²shichavin2012@yandex.ru

Аннотация: В данной работе приведен анализ коэффициента пульсаций освещенности при использовании светодиодных filamentных ламп различных производителей в течение продолжительности горения.

Ключевые слова: светодиодная filamentная лампа, коэффициент пульсации, исследование, частота, напряжение сети.

ANALYSIS OF THE RIPPLE FACTOR OF LED FILAMENT LAMPS FROM VARIOUS MANUFACTURERS

Nina Petrovna Nesterkina, Evgeniy Sergeevich Shichavin

Annotation: In this paper, an analysis of the coefficient of illumination ripple is given when using LED filament lamps of various manufacturers during the duration of burning.

Key words: LED filament lamp, ripple coefficient, research, frequency, mains voltage.

Снижение пульсаций источника света является важной составляющей в борьбе за качество света. В последнее время одним из заметных трендов на рынке LED-освещения становится гонка за рядом показателей типовых и filamentных светодиодных ламп [1], но и за «нулевым» значением коэффициента пульсации.

Во второй половине 20-го века были определены нормы коэффициента пульсации в 10, 15 и 20% в зависимости от того, какая работа выполняется в помещении. Значение 10% выбиралось исходя из возможности обеспечить этот уровень, 20% выбиралось с учетом стробоскопического эффекта при превышении этого значения. Для помещений с дисплеями показатель снижается до 5%. Ограничений не существует, если люди в каком-то помещении пребывают периодически.

Нормы коэффициента пульсации в России определены законодательно:

– в СП 52.13330 – значение для рабочей поверхности 10-20%, если пульсации с частотой до 300 Гц [2];

– в ГОСТ Р 54350 – значения для люминесцентных ламп с пускорегулирующими аппаратами с частотой от 400 Гц [3];

– в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 – требования к пульсации потока света в помещениях с ЭВМ [4].

Для проведения экспериментальных исследований были приобретены светодиодные филаментные лампы различных производителей следующих типов:

- *Feron LB-57 A60 E27 7W 2700K* – Россия;
- *REV LED A60 E27 7W 2700K* – Германия;
- *Uniel AirDIM A60 E27 7W 3000K* – Россия;
- *OSRAM Led Retrofit Classic A60 E27 7W 2700K* – Германия;
- *FORZA PLUS A60 E27 7W 2800K* – Китай.

На упаковках всех ламп коэффициент пульсации заявлен производителем менее 5 %.

Исследования проводились в Центре коллективного пользования «Светотехническая метрология» института электроники и светотехники МГУ им. Н.П. Огарева. Коэффициент пульсации светового потока измеряли с помощью прибора Люксметр + Пульсметр ТКА-ПКМ 08, который используется для измерения коэффициента пульсации освещённости, создаваемой источниками излучения в видимой области спектра от 380 до 760 нм. Измерения проводились согласно ГОСТ [5].

Результаты измерений коэффициента пульсации освещенности исследуемых ламп, в зависимости от колебаний напряжения сети в течение продолжительности горения представлены в таблице.

Таблица

Результаты измерений коэффициента пульсации освещенности в зависимости от колебаний напряжения сети в течение продолжительности горения

Тип лампы	Продолжительность горения, ч	Коэффициент пульсации освещенности, %, при напряжении, В				
		198	210	220	230	240
<i>LB-57 (Feron)</i>	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	1000	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	2000	6,2	6,2	6,1	6,1	6,1
<i>AIRDIM-7 (Uniel)</i>	0	67,2	6,8	3,6	2,2	0,1

Продолжение таблицы

	1000	69,3	7 7,1	7 2,9	6 9,0	6 6,0
	2000	83,5	7 7,3	7 1,8	7 0,0	6 6,6
<i>LEDSTAR-7</i> (<i>OSRAM</i>)	0	69,2	1 4,2	2 ,3	2 ,3	0 ,3
	1000	69,5	1 8,5	1 ,1	2 ,3	1 ,3
	2000	69,5	1 8,5	1 ,1	2 ,3	1 ,3
<i>PLUS-7</i> (<i>FORZA</i>)	0	37,7	0 ,3	0 ,3	0 ,3	0 ,3
	1000	38,0	1 ,7	0 ,3	0 ,3	0 ,3
	2000	46,7	1 1,2	7 ,3	7 ,3	7 ,3
<i>LED-7 (REV)</i>	0	37,7	0 ,3	0 ,3	0 ,3	0 ,3
	1000	37,8	3 ,4	0 ,2	0 ,2	0 ,2
	2000	46,5	2 ,1	0 ,2	0 ,2	0 ,2

Анализируя полученные данные можно сделать следующие выводы:

– при напряжении сети (220 – 240) В после 0 и 1000 ч коэффициент пульсации ламп *Feron*, *Osram*, *FORZA*, *Rev* в пределах заявленного значения; лампы *Uniel* – от 60,1 до 72,9 %, что в десятки раз превышает заявленное значение;

– после 2000 ч горения при напряжении сети (220–240) В коэффициент пульсации ламп *Osram* и *Rev* в пределах заявленного значения; ламп *Feron* и *FORZA* – составляет 6,1 и 7,3 % соответственно;

– при снижении напряжения сети до 198 В коэффициент пульсации лампы *Feron* в течение продолжительности горения до 2000 ч практически не изменяется и составляет 6,1-6,2 %; лампы *Rev* и *FORZA* возрастает до 46,5 %; лампы *Osram* – до 68,5%;

– коэффициент пульсации лампы *Uniel* в десятки раз превышает заявленное значение в течение продолжительности горения при всех значениях напряжения сети.

Таким образом, при колебаниях напряжения сети в пределах (220-240) только лампы *Osram* и *Rev* можно рекомендовать для использования в осветительных приборах для бытового освещения.

Источники

1. Тукшаитов Р.Х. Типовые и филаментные светодиодные лампы. Каким образом можно оценить их качество. Часть 3 // Полупроводниковая светотехника. 2019. № 3 (59). С. 9-11.

2. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. Введ. 2017–05–08. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054197>

3. ГОСТ Р 54350-2015 Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний. Введ. 2016–01–01.–М.: Стандартинформ, 2015. 41 с.

4. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901865498>.

5. ГОСТ 33393-2015 Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещенности. Введ. 2017–01–01 М.: Стандартинформ, 2019. 10 с.

ВЕБ-САЙТ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Марат Фердинантович Садыков¹, Дмитрий Алексеевич Иванов²,
Татьяна Геннадьевна Галиева³, Ильдар Ниязович Хамидуллин⁴
^{1,2,3,4}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹sadykov@kgeu.ru, ²divanale@gmail.com, ³79534929817@ya.ru,
⁴xam-ildar2001@yandex.ru

Аннотация: Современный мир обладает большим количеством ресурсов и старается реализовать данные продукты с максимальной эффективностью при минимальных потерях энергии. Экономия тех или иных ресурсов позволяет эффективно использовать энергию в целях сбережения накопленной энергии и дальнейшей эксплуатации. Рассмотрим более конкретный пример, это энергосбережение электричества автомагистральных дорог в ночное время суток. С целью энергосбережения создана автоматизированная система управления наружного освещения, управляемая с разработанного веб-сайта.

Ключевые слова: наружное освещение, веб-сайт, автоматическая система наружного освещения, транспортная система, энергоэффективность.

WEBSITE FOR AUTOMATED EXTERIOR LIGHTING SYSTEM

Marat Ferdinantovich Sadykov, Dmitry Alekseevich Ivanov,
Tatyana Gennadevna Galieva, Ildar Niyazovich Hamidullin

Annotation: The modern world has a large number of resources and tries to implement these products with maximum efficiency with minimum energy losses. Saving certain resources allows you to efficiently use energy in order to save stored energy and further operation. Consider a more concrete example, this is the energy saving of electricity on highways at night. In order to save energy, an automated outdoor lighting system was created, controlled from the developed website.

Keywords: outdoor lighting, web site, automatic outdoor lighting system, transport system, energy efficiency.

Автомагистральные дороги освещаются таким образом, чтобы падающий свет на поверхность дороги обеспечивал комфортное и приятное освещение. Данное освещение используется в целях безопасного вождения в темное время суток, а также имеет определенные санитарные нормы и правила [1-2]. Но наша задача заключается в том, чтобы уменьшить траты электроэнергии, при этом не нарушая нормативные установки.

Для энергосбережения уличного освещения была разработана автоматизированная система уличного освещения (АСУНО) (рис.1). АСУНО состоит из: контроллера АСУНО *NEMA* 1-10V, блока управления

и связи, веб-сайта (рис.2), светильника компании «Ферекс». Связь блоков между собой осуществляется по беспроводной связи [3-4].



Рис. 1. Система уличного освещения

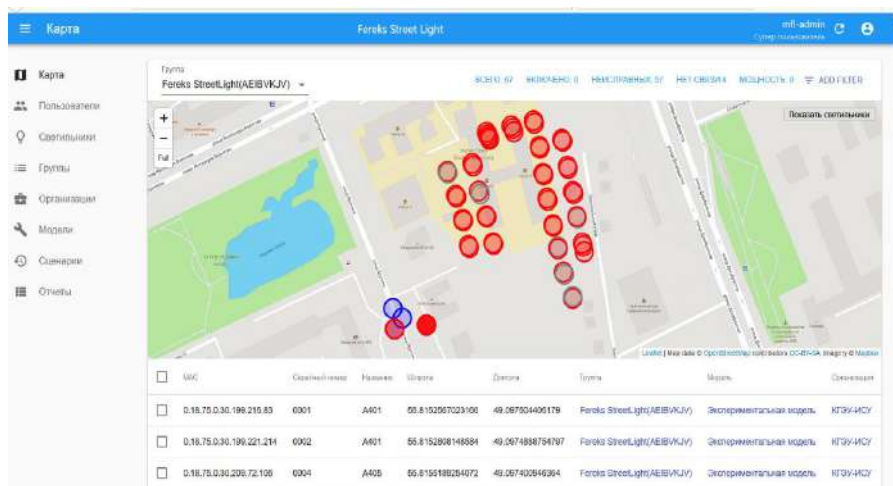


Рис. 2. Веб-сайт АСУНО (светильники обозначены окружностями)

Веб-сайт АСУНО имеет следующие возможности:

- автоматическая регулировка светового потока светильников в зависимости от уровня естественного освещения;
- мониторинг состояния каждого светильника;
- включение или выключение по команде оператора;
- формирование групп светильников вне зависимости привязки к щиту управления и ТП;
- ручная установка яркости на группу или отдельный светильник;
- отображение местоположения светильника и щитов управления на карте местности;
- создание или установка сценария на группу или группы светильников;

- автоматическое обнаружение стороннего подключения к сети;
- вывод статистики и аналитики на каждую группу светильников;
- формирование отчетов по форме заказчика;
- хранение статистики и событий за весь срок эксплуатации;
- автоматическая настраиваемая рассылка *SMS* и *e-mailc* отчетами или событиями;

- служит платформой для привязки контроллера к *GPS*-координатам при монтаже светильника;

- управление с любой точки и любого устройства.

Так же для светильников можно создавать расписание (суточное и годовое). Суточное расписание можно настроить так, чтобы светильники включались и выключались в заранее установленное время.

Годовое расписание настраивается также как и суточное, но добавляется возможность смещения во времени включения и выключения в зависимости от времени года (рис.3).

ОПИСАНИЕ	РАСПИСАНИЕ				
Время выключения					
Январь с 1 по 5 08:00	Январь с 6 по 10 07:57	Январь с 11 по 15 07:57	Январь с 16 по 20 07:46	Январь с 21 по 25 07:38	Январь с 26 по 31 07:38
Февраль с 1 по 5 07:19	Февраль с 6 по 10 07:08	Февраль с 11 по 15 06:58	Февраль с 16 по 20 06:45	Февраль с 21 по 25 06:34	Февраль с 26 по 31 06:25
Март с 1 по 5 06:12	Март с 6 по 10 06:00	Март с 11 по 15 05:46	Март с 16 по 20 05:32	Март с 21 по 25 05:19	Март с 26 по 31 05:01
Апрель с 1 по 5 04:46	Апрель с 6 по 10 04:32	Апрель с 11 по 15 04:17	Апрель с 16 по 20 04:03	Апрель с 21 по 25 03:50	Апрель с 26 по 31 03:37
Май с 1 по 5 03:24	Май с 6 по 10 03:11	Май с 11 по 15 02:58	Май с 16 по 20 02:46	Май с 21 по 25 02:35	Май с 26 по 31 02:23
Июнь с 1 по 5 02:14	Июнь с 6 по 10 02:06	Июнь с 11 по 15 02:03	Июнь с 16 по 20 02:03	Июнь с 21 по 25 02:07	Июнь с 26 по 31 02:10
Июль с 1 по 5 02:17	Июль с 6 по 10 02:25	Июль с 11 по 15 02:33	Июль с 16 по 20 02:43	Июль с 21 по 25 02:55	Июль с 26 по 31 03:09
Август с 1 по 5 03:21	Август с 6 по 10 03:34	Август с 11 по 15 03:46	Август с 16 по 20 03:59	Август с 21 по 25 04:09	Август с 26 по 31 04:24
Сентябрь с 1 по 5 04:34	Сентябрь с 6 по 10 04:46	Сентябрь с 11 по 15 04:56	Сентябрь с 16 по 20 05:07	Сентябрь с 21 по 25 05:17	Сентябрь с 26 по 31 05:28

Рис. 3. Годовое расписание

Автоматическая система управления уличным освещением с помощью веб-сайта позволит сократить расходы до 35%. Система установлена и успешно функционирует в научном городке г. Казань (пос. Дербышки) и в г. Ижевск.

Источники

1. Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года (с изменениями на 12 мая 2018 года) [Электронный ресурс]: распоряжение от 22 ноября 2008 года N 1734 р. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902132678>.

2. Свод правил 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*) [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/456054197>.

3. Ivanov D.A., Sadykov M.F., Yaroslavsky D.A. Development the experimental stand for testing of experimental samples of wireless network for process automation module. // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2017. Т. 8. № 12. С. 899-902.

4. Шириев Р.Р., Иванов Д.А., Галиева Т.Г. Аппаратура контроля параметров световых приборов, осветительных установок и цветоцветовой среды // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 11. С. 14-17.

ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С ПЕРЕМЕННЫМ ФОКУСОМ

Булат Маратович Салахутдинов¹, Равиль Рафисович Шириев²,
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань,
¹bulat110@mail.ru, ²shrr@list.ru

Аннотация: В статье предложены различные методы повышения эффективности солнечных панелей при помощи внедрения новых материалов. Выявляются факторы, связанные с неконкурентоспособностью солнечной энергии с основными источниками энергии. Приводятся объяснения к каждому материалу фотоэлементов с анализом их достоинств и недостатков.

Ключевые слова: солнечная энергия; повышение эффективности; материалы фотоэлемента.

VARIABLE FOCUS OPTICAL SYSTEM

Bulat Maratovich Salakhutdinov, Ravil Rafisovich Shiriev

Annotation: The article proposes various methods for increasing the efficiency of solar panels by introducing new materials. The factors associated with the non-competitiveness of solar energy with the main energy sources are identified. An explanation is given for each material of the photocells with an analysis of their advantages and disadvantages.

Key words: solar energy; increased efficiency; photocell materials.

Солнечные батареи все больше распространяются в современном мире благодаря своей общедоступности и неисчерпаемой солнечной энергии, а также из-за ее экологичности. Но также имеются причины, по которым гелиоэнергетика пока не может превзойти традиционные способы получения электрической энергии, например, высокая стоимость и низкий КПД солнечных панелей, географическое расположение солнечных батарей, неспособность получать энергию в темное время суток, а также при плохих погодных условиях.

В наше время необходимо новые способы и устройства, а также пути повышения эффективности солнечных станций, позволяющих максимально эффективно преобразовать энергию Солнца в электричество. Ведутся работы, а именно, усовершенствуют и получают новые материалы. Это является одним из способов повышения эффективности солнечных панелей, направленных на увеличение КПД и уменьшение стоимости. [1]

Выбор материалов фотоэлемента является важным фактором, так как от него зависит КПД системы. Наиболее распространёнными являются модули, изготовленные по двум основным технологиям: из

монокристаллического кремния и поликристаллического кремния, а также диселенид палладия.

В монокристаллическом кремнии присутствие примесей очень мало, он представляет собой «чистый» кремний. Его структура напоминает соты. В солнечных панелях используются пластины толщиной до 300 мкм. [2] Достоинства: высокий КПД – около 20%. Недостатки: Высокая стоимость технологии выращивания кристаллов.

Поликристаллический кремний имеет более низкое качество по сравнению с монокристаллическим. Кристаллы в нем направлены в разные стороны, а зерна не параллельны. Поэтому неоднородная структура препятствует эффективному преобразованию солнечной энергии. Достоинства: технология производства менее затратная, чем монокристаллический кремний. Недостатки: низкий КПД – до 18%.

Появление плёночных солнечных панелей (Рис. 1) – один из важнейших шагов развития в сфере повышения эффективности фотоэлементов. Различают батареи на основе теллурида кадмия, а также селенида меди-индия. Полимерные солнечные панели являются новым видом, изготовленные из полимерных материалов, таких как полифенилен, фуриллены, фталоцианин меди.



Плёночные солнечные панели

Достоинства: широкий спектр поглощаемого солнечного излучения; высокий КПД – около 20%, низкая стоимость; доступность материалов, низкая себестоимость, отсутствие вредных испарений. Недостатки: низкий КПД – около 10%, ядовитость материала и нету единого технологического процесса, пригодного для массового производства.

Таким образом, одним из решений по части применения новых материалов самым передовым является использование пленочных панелей на основе селенида меди-индия, в случае развития данной технологии широкого производства этого материала принесет не малые успехи в повышении эффективности систем солнечных панелей. Описанные материалы обладают общей целью: повысить эффективность солнечных

панелей, чтобы сделать их более конкурентоспособными и доступными, обеспечить эффективную окупаемость, уменьшить использование ископаемых источников топлива в пользу солнечной энергии, решить проблему дефицита ресурсов.

Источники

1. Ахметшин А.Т., Ярмухаметов У.Р. Повышение эффективности солнечных фотоэлектрических установок для децентрализованного электроснабжения сельскохозяйственных потребителей // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. №8. С.150-156.

2. Кашкаров А.А. Солнечные батареи и модули как источники питания // Современная электроника. 2015. № 5. С. 8-15.

К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИЗМЕРИТЕЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОСЕТИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Рафаил Хасьянович Тукшайтов¹, Рафаэль Касимович Сагдиев²
¹ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
²ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ» им. А.Н.Туполева, г. Казань
¹trh_08@mail.ru, ²srk07@mail.com

Аннотация: В работе рассмотрены частотные характеристики двух типов фильтров с позиции их пригодности для проектирования портативного лабораторного измерителя коэффициента гармонических искажений напряжения электросети. Обоснована целесообразность перехода от коэффициента гармонических составляющих к унифицированному термину – коэффициент гармонических искажений.

Ключевые слова: коэффициент гармонических искажений, первая гармоника, высшая гармоника, электрическая сеть.

DESIGN THE METER OF THE MAINS VOLTAGE HARMONIC DISTORTION, INTENDED TO INCREASE THE ACCURACY OF DETERMINING THE LIGHTING DEVICES PARAMETERS

Rafail Hasyanovich Tukshaitov, Rafael Kasimovich Sagdiyev

Annotation: The frequency characteristics of two filters types from the standpoint of their suitability for designing a portable laboratory harmonic distortion factor meter of the mains voltage are considered in the paper. The expediency of the transition from the harmonic component ratio to the unified term - harmonic distortion coefficient has been substantiated.

Key words: harmonic distortion, first harmonic, higher harmonic, electrical network.

Задача проведения непрерывного или периодического контроля одного из важных показателей качества электричества – коэффициента гармонических искажений напряжения электросети (ЭС) является достаточно актуальной. Несинусоидальность напряжения оказывает негативное влияние на точность измерительной аппаратуры, точность изучения характеристик разных приборов и оборудования, снижает кондуктивную совместимость, надежность телекоммуникационной аппаратуры и конденсаторных установок.

Имеются области применения напряжения, где уровень искажения синусоидальности входного тока оказывается больше нормативных требований. К ним относятся, например, жилой сектор, нефтедобывающая

и горная промышленность. В ряде случаев по мере некоторой просадки напряжения ЭС происходит повышение уровня искажения его синусоидальности.

Для характеристики нелинейности напряжения ЭС и входного тока прибора широко применяются два термина: коэффициент гармонических искажений (КГИ) и коэффициент нелинейных искажений (КНИ) [1-3]. Значения обоих коэффициентов совпадают практически до 20%, а далее происходит разнонаправленный характер их изменения. Если коэффициент КГИ экспоненциально приближается к 100%, то есть к своему пределу, то КНИ начинает, наоборот, возрастать по экспоненциальному закону, значение которого у отдельных приборов и оборудования, например, у преобразователей частоты в нефтяной промышленности может превышать 58% [4], а у светодиодных ламп достигать 200-250% [5]. Это указывает на то, что для унификации термина в литературе следует в дальнейшем пользоваться термином «коэффициент гармонических искажений» [3].

Для измерения коэффициента гармонических искажений напряжение электросети и токов нагрузок разработан и применяется целый ряд приборов (*Flux 430*, *PM-175*, *LPW-305* и др.). Все они имеют сравнительно высокую цену, малодоступны широкому кругу пользователей и требуют определенных навыков в их эксплуатации.

Ранее был предложен способ контроля уровня нелинейных искажения напряжения ЭС [6]. Он заключался в косвенной оценке колебаний коэффициента мощности при подключении к измерителю качества напряжения *TS-836* активной нагрузки. При наибольших уровнях искажения напряжения показания прибора уменьшались лишь до 0,95-0,97. Такой способ контроля напряжения малочувствительный и поэтому малопригоден. Использование светодиодной лампы к прибору *TS-836* повышает существенно повышает его чувствительность. Другой способ заключается в измерении коэффициента мощности и $\cos\phi$ на основе этих данных в вычислении КГИ [7].

В связи с изложенным, имеется большая необходимость в приборе для постоянного или эпизодического контроля уровня коэффициента КНИ в лабораторных условиях широким кругом пользователей.

В работе поставлена задача на основе сравнительного анализа изыскать оптимальный способ для построения простого измерителя КНИ, основанный на подавлении основной гармоники с частотой 50 Гц. С целью создания такого прибора на первом этапе проектирования решили остановиться на выборе пассивного фильтра для подавления первой

гармоники напряжения ЭС. В работе на основе компьютерного моделирования LC - и RC -фильтров в программе *PSpice* пакета программ *OrCAD* рассмотрены их частотные характеристики.

Принципиальные электрические схемы фильтров и их частотные характеристики приведены на рис. 1 и 2.

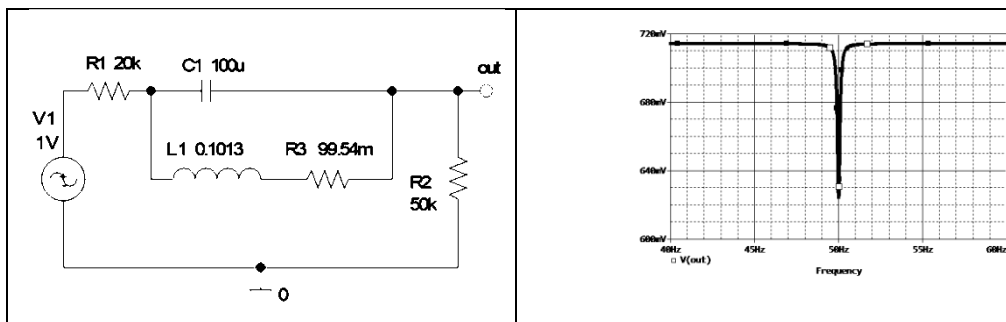


Рис. 1. Схема LC -фильтра и его амплитудно-частотная характеристика ($R1=50$ кОм)

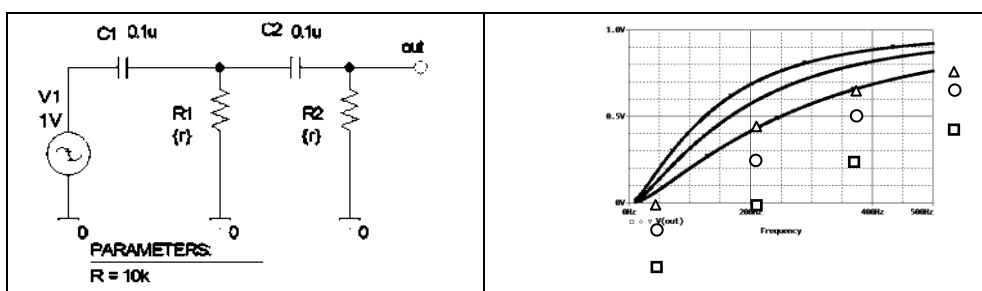


Рис. 2. Схема двойного RC -фильтра и его амплитудно-частотная характеристика ($R1=R2=10$ кОм (□), 15 кОм (○) и 20 кОм (△))

Выбирая режим работы фильтра с высокой добротностью (рис. 1) может вести к появлению артефакта, заключающегося в возникновении дополнительной амплитудной модуляции напряжения ЭС нестабильностью его частоты. С другой стороны он обеспечивает ослабление первой гармоники лишь в 1,16 раз. Второй фильтр не только не вызывает дополнительное преобразование выходного напряжения в ЧМ-АМ, но и позволяет при $R2=10$ кОм подавить основную гармонику в 7-10 раз относительно высших составляющих.

На основе последнего фильтра спроектирована принципиальная электрическая схема лабораторного макета измерителя коэффициента нелинейных искажений напряжения электросети.

Источники

1. Тукшаитов Р.Х., Нигматуллин Р.М., Айхайти И., Салимуллин М.Ф. Оценка качества электрической энергии по уровню коэффициента искажения напряжения электросети // Успехи современной науки. 2016. Т. 2. № 10. С. 105-107.
2. Тукшаитов Р.Х., Корнилов В.Ю., Айхайти Исыхакэфу, Салимуллин М.З. О величине погрешности измерения коэффициента мощности светодиодных ламп в течение суток в зависимости от коэффициента искажения напряжения электросети // В сборнике: Фундаментальные и прикладные проблемы физики. Мат. X Международной научно-технической конференции. В.К. Свешников (отв. ред.). 2017. С. 18-22.
3. Тукшаитов Р.Х. О коэффициенте мощности и $\cos\phi$ выпрямительного устройства при разных активно-емкостных нагрузках и уровне эмиссии высших гармоник в электросеть // Практическая силовая электроника. 2019. № 3(75). С. 53-55.
4. Зырянов В.М., Митрофанов Н.А., Соколовский Ю.Б. Исследование гармонического состава напряжения преобразователя частоты // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2015. № 1. С. 1-6.
5. Тукшаитов Р.Х., Абдуллазянов Э.Ю., Нигматуллин Р.М., Айхайти Исыхакэфу. О коэффициенте мощности светодиодных ламп (в связи с требованиями ГОСТ Р 55705-2013) // Светотехника. 2018. № 1. С. 49-51.
6. Тукшаитов Р.Х., Бурганетдинова Д.Д., Об информативности интервалограммы коэффициента мощности при активной нагрузке // Сб. науч. тр. По материалам науч.-практ. конференции. Тамбов. 2014. Т. 11. С. 122-123.
7. Тукшаитов Р.Х., Шириев Р.Р. Определение уровня нелинейных искажений входного тока разных типов нагрузок на основе измерения коэффициента мощности и его составляющих // Практическая силовая электроника. 2018. № 4(72). С. 30-36.

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РЯДА ПАРАМЕТРОВ ФИЛАМЕНТНЫХ ЛАМП ПОСЛЕ ИХ ВКЛЮЧЕНИЯ

Рафаил Хасьянович Тукшайтов¹, Алмаз Мухарамович Загидуллин²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹trh-08@mail.ru, ²zagidullin_almaz@bk.ru

Аннотация: Исследован ряд параметров новой конструкции 10 ваттной филаментной светодиодной лампы марки Diallc цветовой температурой 4000 К и уровень варибельности их значений. Установлено, что освещенность равна 950 лк, спад освещенности после включения лампы 11,2%, светоотдача 132 лм/Вт, потребляемая мощность 8,1 Вт, коэффициент мощности 0,68, спад мощности 5,6%, температура колбы 43 °С, а коэффициент вариации составляет соответственно освещенности $\pm 12,5\%$, потребляемой мощности $\pm 3,5\%$, светоотдачи $\pm 2,5\%$, потребляемой мощности 2,4%, спада потребляемой мощности $\pm 2,9\%$, температуры колбы $\pm 1,3\%$.

Ключевые слова: филаментная светодиодная лампа, освещенность, спад освещенности, потребляемая мощность, цветовая температура, коэффициент вариации.

METROLOGICAL MAINTENANCE FOR DETERMINING THE VARIABILITY OF A NUMBER OF PARAMETERS OF FILAMENTS LAMPS AFTER THEY ARE TURNED ON

Rafail Khasyanovich Tukshaitov, Almaz Mukharamovich Zagidullin

Annotation: number of parameters of the new design of a 10-watt filament led lamp of the Dial brand with a colour temperature of 4000K and the level of variability of their values are investigated. It is established that the illuminance is equal to 950 Lux, the light fall-off after the lamp lights up 12.0%, the light output is 132 LM/W, power consumption 8.2 W power drop of 2.5%, a power factor of 0.68, the temperature of the bulb 43 °C, and a coefficient of variation of illumination is respectively $\pm 12,5\%$, power consumption $\pm 0,8\%$, the light output of $\pm 3,5\%$, power consumption 3.5%, the recession of power consumption is $\pm 1,5\%$, the temperature of the flask is $\pm 1,25\%$.

Keywords: filament led lamp, illumination, light decay, power consumption, colour temperature, coefficient of variation.

Одним из важных малоизученных информативных показателей филаментных светодиодных ламп является дисперсия каждого его параметра, которая определяет величину варибельности в определенном объеме выборки. На необходимость учета данного параметра при оценке качества осветительных приборов (ОП) указывал еще Трембач В.В. в 1990 году [1]. Значение варибельности параметра каждого параметра ОП дает определенную обобщенную информацию о качестве комплектующих

деталей, разбросе значений их параметров и даже технологическом уровне изготовления изделий в той или иной фирме.

В связи с этим в работе поставлена задача определить коэффициент вариации (C_V) значений ряда параметров ОП – освещенности ее спада после включения ФСДЛ, потребляемой мощности и ее спада и температуры колбы. Вначале эксперимента необходимо было выбрать необходимую светодиодную лампу для изучения. После предварительного изучения рынка были рассмотрены несколько типов филаментных светодиодных ламп (ФСДЛ): *UnielSkyLED-F60-10W*, *UnielLED –G125-15W*, Фотон *LEDFLA60 6W*, *Camelion LED-A60-FL/9W*. Лампу марки *UnielLED-G125-15W* сразу исключили, так как она имеет большую мощность и высока вероятность того, что она скорее перегорит, к тому же имеет габариты больше типовых ламп. Исследования выполнены 8 ваттной ФСДЛ модели *Diall*.

Методики измерения значений параметров и их вариабельности постоянно совершенствовались, что нашло отражение в [2-4]. Проведены измерения целого ряда параметров новой конструкции ФСДЛ с цветовой температурой 4000К. Результаты измерения ряда параметров ФСДЛ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значения ряда параметров филаментных светодиодных ламп

	Время, мин.							C_V %, (E_5/ E_0)
	0	0,5						
	11	1085						9,3
	30		064	043	25	20	15	
	10	950						12,
	19		30	10	00	94	89	8
	94	902						10,
	5		87	67	56	50	45	6
	10	1014						11,
	69		98	71	60	54	49	4
	13	1233						12,
	38		205	178	166	154	152	0
$\pm m /$	11	1037±						11,
	00±	12,9/	017±	95±	61±1	54±	50±1	2± 1,3
	14	12,5	125/1		20/12		10/12	/12,
v	9/13,6		2,6	26/12	,5	18/12	,5	0
				,6		,4		

В момент включения ФСДЛ значение освещенности на расстоянии 40 см от нее составляет 1100 лк. По истечении 5 мин. она спадает до 950 лк, то есть на 11,2%. Коэффициент C_V в первые 30 с. уменьшается до 12,5 % и сохраняется на этом уровне в течение последующих 5 мин. В работе ограничились 5-минутным интервалом наблюдения, так как в последующие 30 минут спад освещенности происходит лишь на 1%. Кроме того установлено, что ошибка вносимая в результаты C_V освещенности в первых момент за счет неточного отсчета показаний люксметра не превышает 1%. Поскольку в первые секунды включения ФСДЛ происходит занижение показания, а в конце измерения, наоборот, его завышение, порядка на 1%, то данные погрешности существенно взаимокompенсируются и суммарная ее значение не превышает +0,5%. Имеющееся небольшое занижение значения освещенности в момент включения ФСДЛ обусловлено наличием переходного процесса в люксметре и сравнительно высокой начальной скоростью ее спада.

Коэффициент C_V спада освещенности также находится на том же уровне – 12,0%. Сравнительно высокое его значение, в отличие от параметра типовой светодиодной лампы, обусловлено тем, что количество падающего на фотоприемник люксметра светового потока определяется положением филаментов и самой лампы в электропатроне. На это косвенно указывает наличие небольшой корреляции между абсолютным значением освещенности и C_V относительно фотоприемника люксметра. Более достоверные значения C_V могут быть получены, если он будет определен на основе измерения светового потока ФСДЛ с помощью фотометрического шара.

Светоотдача ФСДЛ, рассчитанная на основе заявленного значения светового потока и измеренной мощности, достаточно высокая, относительно таковой типовых и филаментных ламп [2, 5] и равно 132 лм/Вт. Такое высокое ее значение ФСДЛ, впервые наблюдаемое на рынке и в Интернете, вероятно обусловлено тем, что в этой модели ФСДЛ фирмы *Diall* применены филаменты с длиной 45 мм, что в 1,5 раза больше, чем во всех ранних моделях [3,5,6]. Это очевидно позволило несколько уменьшить в них силу тока и этим повысить светоотдачу филаментов 90-110 лм/Вт до 132. В табл. 2 приведены обобщенно измеренные значения параметров ФСДЛ и их коэффициенты вариации.

Обобщенные параметры 8 Вт ФСДЛ фирмы *Diall*

Параметр	Значение параметра	Значение $C_V, \%$
Освещенность, лк	950±110/12,5	12,5
Спад освещенности, %	11,2±1,3/12,0	12,0
Светоотдача, лм/Вт	132±4,2/3,2	2,5
Потребляемая мощность, Вт	8,1±0,19/2,4	3,5
Спад потребляемой мощности, %	5,6±0,13/2,4	2,9
Коэффициент мощности	0,68±0,006/0,8	-
Температура колбы, °C		
сверху	42± 0,84/2,1	-
спереди	40 ±0,79/1,8	-

Данный тип ФСДЛ превосходит многие другие модели светодиодных и филаментных ламп по меньшему спаду освещенности после их включения почти в 1,5 раза, что свидетельствует о более облегченном температурном режиме их работы. Ресурс ФСДЛ приводится равным в 15 тыс. часов, что с нашей точки зрения является более достоверным, чем значения приводимые другими фирмами в 25-30 тыс. часов.

Источники

1.Трембач В.В. Световые технологии: Учеб. Для вузов по спец. : «Светотехника и источники света». 2-ое изд., перераб. И доп. М.: Высшая школа. 1990. 463 с.

2. Тукшаитов Р.Х., Айхайти Исыхакэфу, Нигматуллин Р.М., Иштырякова Ю.С., Хайруллина Д.Р. Применение новых информативных параметров при сравнительной оценке качества светодиодных ламп торговых марок «Camelion» и «ASD» // Успехи современной науки. 2016. Т. 4. № 9. С.129-132.

3. Айхайти Исыхакэфу, Тукшаитов Р.Х. Разработка новой методики определения спада светового потока осветительных приборов // Успехи современной науки. 2017. Т. 4. № 4. С. 121-125.

4. Тукшаитов Р.Х., Айхайти И. Разработка и применение критериальных значений параметров светодиодных осветительных

приборов для контроля их качества // Инженерный вестник Дона. 2017. № 4(47). С. 28.

5. Тукшаитов Р.Х., Айхайти Исыхакэфу., Сулейманова И.И. Разработка методики определения величины спада светового потока филаментных ламп на основе ГОСТ Р 54350-2015 // Инженерный вестник Дона. 2018. № 1(48). С. 21.

6. Тукшаитов Р. О механизме спада светового потока и снижения энергоэффективности светодиодных осветительных приборов после их включения // Нигматуллинские чтения. 2018. Международная научная конференция. Тезисы докладов. 2018. С. 5-9.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СВЕТИЛЬНИКОВ С ДАТЧИКАМИ

Гузель Рушановна Абдуллина¹, Алина Ренатовна Денисова²,
Эльмас Гарифуллович Сибгатуллин³

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань,

³Производственная компания LEDUS

¹abdullinaguzel 081997@gmail.com, ²denisova_ar@mail.ru, ³elmas@mail.ru

Аннотация: В настоящей статье рассматриваются вопросы регулирования светового потока светильников и вследствие чего уменьшение расходов на электроэнергию и получение качественного и безопасного освещения. В статье представлены результаты экспериментов светильников с диммерами.

Ключевые слова: светильники, датчик диммирования, освещенность, естественный свет, рабочая поверхность, уровень освещенности.

ENERGY EFFICIENT METHOD OF ENERGY SAVING WITH LIGHTS WITH SENSORS

Guzel Rushanovna Abdullina, Alina Renatovna Denisova, Elmas Garifullovich Sibgatullin

Abstract: This article discusses the issues of regulating the luminous flux of lamps and, as a result, reducing energy costs and obtaining high-quality and safe lighting. The article presents the results of experiments with lamps with dimmers.

Keywords: lamps, dimming sensor, illumination, natural light, work surface, illumination level.

По существующим требованиям СанПиНа к факторам световой среды в помещениях различного назначения установлены минимальные уровни естественного освещения, определяемые КЕО [1]. В данный момент многие предприятия ищут автоматизированные системы для снижения расходов на электроэнергию [2].

Методами непосредственного управления осветительной установкой является дискретное включение/отключение всех или части светильников по командам управляющих сигналов, а также ступенчатое или плавное снижение мощности освещения в зависимости от этих же сигналов [3].

Представляю автоматизированную систему светильников с датчиками автодиммирования, которая решит многие проблемы с энергосбережением. Для работы в автоматическом режиме в стандартную схему каждого светодиодного светильника добавляется контроллер и

оптический фотодатчик. Программа регулирует мощность светильника в зависимости от интенсивности естественного света, проникающего в помещение. Она уменьшает световой поток светильника на такую же относительную величину и освещенность под светильником остается в пределах нормы.

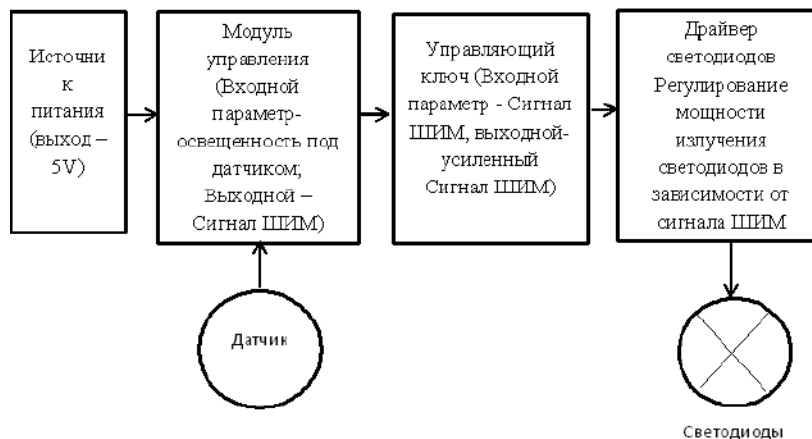


Рис. 1. Блок-схема автоматического регулирования светового потока светильника

Технические условия для светильников с автодиммированием: любые здания и сооружения, все помещения: офисные и производственные, куда поступает естественный свет (через окна). Самое важное в данных светильниках – это датчики с функцией автодиммирования.

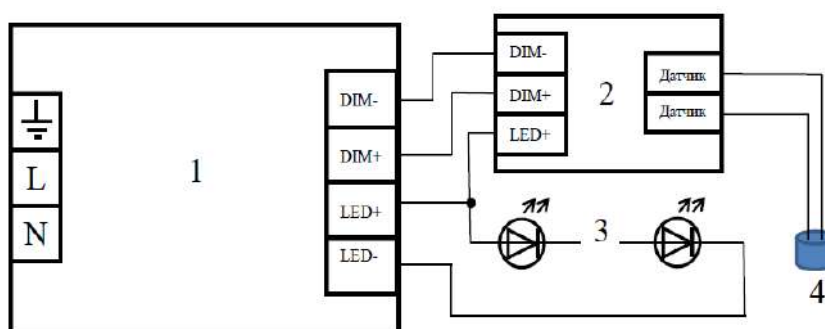


Рис. 2. Схема подключения системы автоматического регулирования светового потока к источнику питания светодиодного светильника

где: 1 – источник питания светодиодного источника света, 2 – модуль автоматического регулирования, 3 – светодиоды, 4 – оптический датчик.

Для правильной работы данных светильников была разработана программа в *Codesys*. Сама программа показана на рис. 3.

Работа заключается в изменении мощности светильника при определенном уровне естественного света из окна. Задаем 4 значения

естественной освещенности, при которых светильник будет изменять свою мощность. Допустим, 1500лк в 12:00, 750лк в 17:00, 200лк в 20:00 и 0лк ночью. При освещенности 1500лк лампа будет гореть на 20% своей мощности, при 750лк на 50%, при 200лк на 95% и при 0лк на 100%. Изначально светильник включается на 100% своей мощности. Датчик подает сигнал на контроллер о том, что изменилась освещенность, а тот, в свою очередь, изменяет мощность работы лампы. При нажатии кнопки пуск через 3 секунды загорается лампа на 100%. Далее, допустим светильник включили днем в 12 дня, где освещенность из окна на рабочую поверхность составляет 1500лк, значит светильник через 10 секунд включится на 20% и так далее.

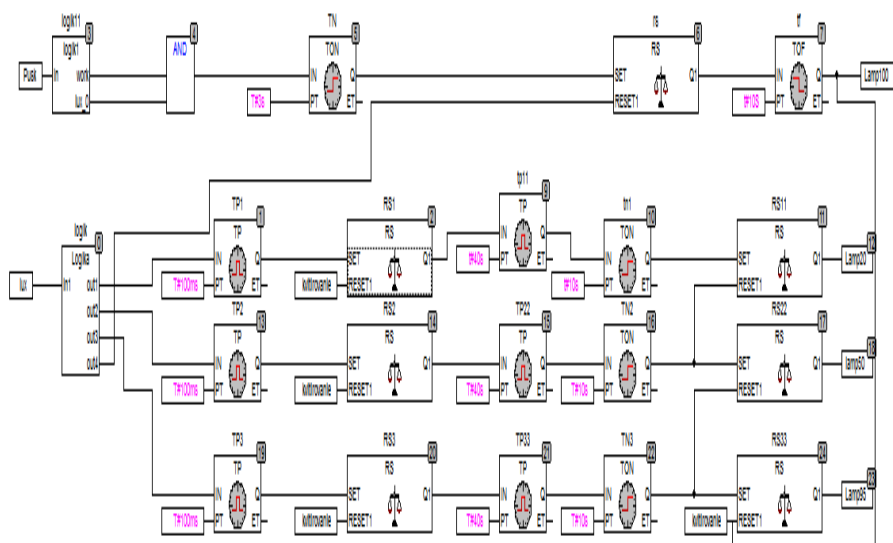


Рис. 3. Программа в Codesys

Светодиодные светильники с автодиммированием позволяют перейти на новый уровень автоматизации и управления осветительными системами и выдерживать требования постановления по всем параметрам.

Источники

1. Постановление Правительства РФ от 10 ноября 2017 г. N 1356 "Об утверждении требований к осветительным устройствам и электрическим лампам, используемым в цепях переменного тока в целях освещения" (в его редакции от 03.11.2018 №1312).

2. Денисова А.Р., Роженцова Н.В. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях // Учебное пособие с

грифом УМО. Казань: Казанский государственный энергетический университет 2010.

3. Денисова А.Р., Абдуллина Г.А. Алгоритм энергоэффективного управления электротехническими системами / Сборник V национальной научно-практической конференции «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве» (12–13 декабря 2019 г.)

ПОСТРОЕНИЕ ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОЙ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Вилия Равильевна Иванова¹, Разиля Азатовна Гельдыева²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹vr-10@mail.ru, ²razilyaurum25@gmail.com

Аннотация: В данной работе рассматриваются преимущества имитационного моделирования. В качестве программного обеспечения была выбрана программа AnyLogic, её исследование будет проводиться на примере построения дискретно-событийной имитационной модели массового обслуживания, а именно работы банковского офиса. Отдельное внимание уделяется сбору статистики для оценки результатов поставленной задачи.

Ключевые слова: имитационная модель, AnyLogic, банк, имитационное моделирование, элементы.

BUILDING A DISCRETE-EVENT SIMULATION MODEL

Viliya Ravilevna Ivanova, Razilya Azatovna Geldyeva

Annotation: This paper discusses the benefits of simulation. The AnyLogic program was chosen as the software, its research will be carried out on the example of building a discrete event simulation model of queuing, namely the work of a bank office. Special attention is paid to the collection of statistics to assess the results of the task.

Keywords: simulation model, AnyLogic, bank, simulation, elements.

В жизни часто отсутствует возможность представления реальной ситуации, выполнения анализа событий, возможность наблюдения за динамикой изменений, представления модели поведения и др. Отсутствие таких возможностей объясняется нехваткой денежных средств, сложностью воспроизводства событийного процесса, рисками проверки теории и т.п. Поэтому является актуальным использование и внедрение такого программного обеспечения, которое позволит производить имитацию или представлять в виртуальном пространстве объект исследования. Чаще всего объектами становятся модели массового обслуживания [1-4].

В работе приводится ситуация обслуживания в банке. Самой распространенной проблемой является очереди в таких заведениях, поэтому во избежание таких ситуаций имеется необходимость виртуального анализа. Исследование направлено на поведение очереди, интенсивность поступления заявок, оптимальное количество обслуживающих устройств. Имитационное моделирование – новшество, которое развивается достаточно стремительно, если раньше этим могли

пользоваться только крупные фирмы, обладающие финансовыми ресурсами, сейчас же этим может воспользоваться любой пользователь ПК. Перспектива моделирования заключается в том, что данная технология позволяет создавать и модифицировать модели без вреда реальности, а также эксплуатировать и получать анализ конечного результата работы.

Для создания модели имелась необходимость последовательно охарактеризовать процесс, выбора элементов, которые будут присутствовать на рабочей поверхности. В нашем случае это «*Source*», «*Queue*», «*Delay*», «*Sink*». «*Source*» генерирует заявки определенного типа, условно это и есть клиенты. «*Queue*» – моделирует очередь агентов, в нашем случае очередь клиентов ждущих освобождение банкоматов. «*Delay*» – задерживает агентов на заданный период времени. И последнее, выходной элемент «*Sink*», он уничтожает поступившие заявки, используется как конечная точка потока заявок, в нашем случае выводит клиентов (рис.1).

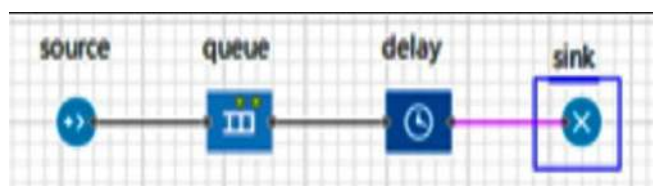


Рис.1. Основные элементы модели

Каждый из этих элементов пользователь регулирует и подстраивает под нужную ему ситуацию. Далее модель нужно запустить, для того чтобы увидеть результат в стартовом окне, где графически будет отражаться ход процесса. Благодаря этому, имеется возможность проанализировать текущее состояние модели, проследить за количеством людей в очереди, отследить время и динамику. Программа дает отчет о каждом поставленном блоке, позволяет видеть сколько клиентов приходят, покидают помещение банка.

Следующим этапом выступает создание анимации, схематически обозначен путь до банкоматов и выхода, сами банкоматы обозначены точечным узлом. Для того чтобы пользователь мог знать в каком объеме пропускная способность будет выше задается динамическое выражение, в данном случае будет проверяться размер элемента «*Delay*» и если он будет больше 0, то загораться будет «красный», в противном случае «зеленый». В исследовании использовалось два банкомата. Не все готовы ждать

долгое время поэтому в свойствах разрешен уход по таймауту, для этого создан еще один выход «Sink», через него также пойдут люди, которые не вместились в очередь (рис. 2).

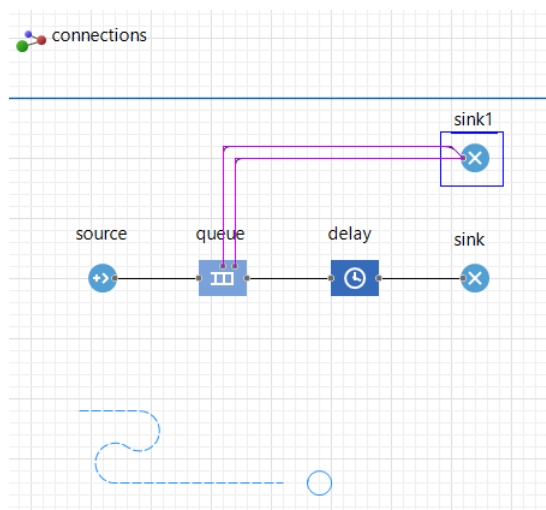


Рис. 2. Создание анимации

В результате получена высокая пропускная способность согласно проверки последнего с помощью программного обеспечения, готовая модель точно указывает количество посетителей прошедших к автоматам, занятость банкомата, статистику ожидания и обслуживания. Дополнительным преимуществом исследования модели выступает функция увеличения скорости запуска симуляции модели для моментального получения результатов в случае большого потока людей (рис.3). В свойствах очереди имеется возможность изменения допустимого количества людей, последнее позволяет увеличить поток людей к банкомату.

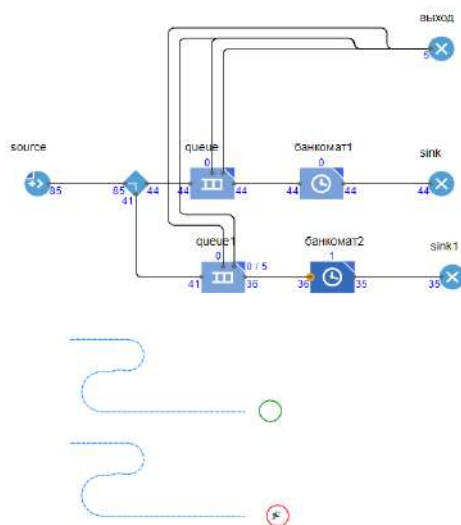


Рис. 3. Проверка работы, готовый графический вид модели

Таким образом имитационное моделирование четко характеризует и визуализирует поведение системы в реальности, что дает пользователям огромные преимущества такие как более эффективное распределение времени, трудовых и денежных ресурсов. Данная программа имеет наглядный интерфейс, возможность использования моделей в различных сферах деятельности, в данном случае в банковской системе.

Источники

1. Any Logic Personal Learning Edition: программное обеспечение [для образовательных целей] / разработчик The Any Logic Company. Санкт-Петербург: 2017.

2. Иванова В.Р., Новокрещенов В.В., Семенова О.Д. Анализ основных элементов интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью // Материалы I Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники», 2019. С. 12-17.

3. Иванова В.Р. Инновационная технология для эффективной эксплуатации устройств мониторинга электротехнических комплексов и систем // Сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции «Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов», 2019. С. 195-199.

4. Карпов, Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 / Петербург, 2016. 400 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО КЛАССИФИКАТОРА С СООСНО-РАСПОЛОЖЕННЫМИ ТРУБАМИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА

Вадим Эдуардович Зинуров¹, Алсу Рузиевна Галимова²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹vadd_93@mail.ru, ²galimovaar 00@mail.ru

Аннотация: В статье исследовались конструктивные изменения классификатора, оказывающие существенное влияние на эффективность фракционирования частиц. Рассмотрены следующие конструктивные изменения: форма внутренней трубы и глубина погружения внутренней трубы в устройстве, обозначенная через введенный параметр h_d . Результаты исследования показали, что задача классификации частиц сыпучего материала на основе силикагеля размером от 30 мкм из запыленных газовых потоков решается наиболее эффективно использованием классификатора с конусообразной внутренней трубой и классификатора с цилиндрической внутренней трубой при значениях показателя $h_d=50$ мм и $h_d=10$ мм соответственно.

Ключевые слова: классификатор, фракционирование, классификация, мелкодисперсные частицы, закрученные потоки, эффективность.

STUDY OF THE DEPENDENCE OF CONSTRUCTIVE CHANGE OF ENERGY EFFICIENT CLASSIFIER WITH COAXIAL PIPES ON THE EFFICIENCY OF FRACTIONATION OF A BULK MATERIAL

Vadim Eduardovich Zinurov, Alsu Ruzilevna Galimova

Annotation: The work investigated the design changes of the classifier, which have a significant impact on the efficiency of particle fractionation. Considered the following design changes: the shape of the inner pipe and the depth of immersion of the inner pipe in the device, indicated by the entered parameter h_d . The results of the study showed that the problem of classifying particles of bulk material based on silica gel with a size of 30 microns and more from dusty gas streams is solved most efficiently by using a classifier with a cone-shaped inner tube and a classifier with a cylindrical inner tube with a value of $h_d = 50$ mm and $h_d = 10$ mm, respectively.

Key words: classifier, fractionation, classification, fine particles, swirling flows, efficiency.

В работе предложена конструкция классификатора расположенными трубами, который предлагается использовать для фракционирования частиц из газовых потоков размером более 30 мкм. Особенностью

классификатора с расположенными трубами является то, что каждое завихрение при своем вращении дополнительно ускоряет два соседних относительно себя завихрений, что увеличивает значения центробежных сил и, как следствие повышает эффективность улавливания частиц из газового потока.

Эффективность улавливания частиц силикагеля размером 1–100 мкм из запыленного газового потока сепаратором с расположенными трубами с конусообразной внутренней трубой в среднем составляла 45,8, 31,1 и 65,1 % при значении параметра h_d равного 20, 50 и 100 мм соответственно. [1-2].

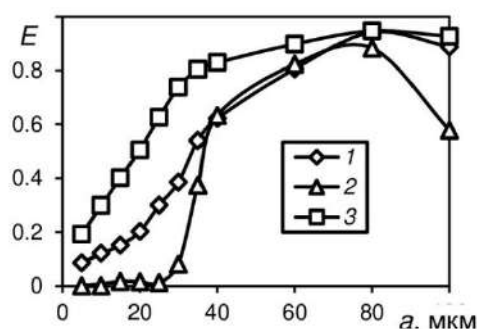


Рис. 1. Зависимость изменения эффективности фракционирования частиц сыпучего материала на основе силикагеля из газового потока от их размера в классификаторе с конусообразной внутренней трубой при различных значениях параметра h_d , мм: 1 --20, 2 – 50, 3 – 100

Эффективность фракционирования частиц силикагеля размером 1–100 мкм из запыленного газового потока классификатором с расположенными трубами с цилиндрической внутренней трубой в среднем составляла 22, 1, 50, 3 и 5,1 % при значении параметра h_d равного 20, 30 и 10 мм соответственно, что в среднем меньше в 2 раза, чем при использовании классификатора с внутренней конусообразной трубой.

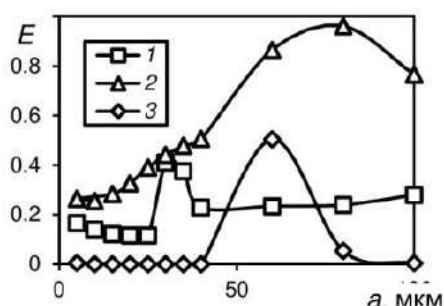


Рис. 2. Зависимость изменения эффективности фракционирования частиц сыпучего материала на основе силикагеля из газового потока от их размера в классификаторе с

цилиндрической внутренней трубой при различных значениях параметра h_d , мм: 1 – 20,
2 – 30, 3 – 10

Таким образом, проведенные численные исследования показали, что решения задач классификации частиц сыпучего материала на основе силикагеля из газовых потоков различного размера эффективнее использовать сепаратор с внутренней трубой конусообразного типа, так как достигается большее значение центробежных, инерционных, гравитационных и прочих сил, действующих на запыленный поток, способствующих выбиванию частиц из его структуры, чем в классификаторе с цилиндрической внутренней трубой. [3-4]. В среднем эффективность классификатора с конусообразной внутренней трубой больше на 35,3 %, чем классификатора с цилиндрической внутренней трубой.

Источники

1. Зинуров В.Э., Дмитриев А.В., Мубаракшина Р.Р. Повышение эффективности аспирационных систем при обработке крахмалистого сырья // Ползуновский вестник. 2020. № 2. С. 18-22.

2. Зинуров В.Э., Дмитриев А.В., Петрова Т.С., Дмитриева О.С. Оценка времени работы пылеуловителя со скругленными сепарационными элементами // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2020. Т. 24. № 3, С. 606-615.

3. Дмитриев А.В., Зинуров В.Э., Дмитриева О.С., Ву Линь Нгуен Очистка газовых выбросов котельных установок от твердых частиц // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2020. Т. 22, № 1. С. 3-9.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПЕРВИЧНОЙ ВОДОПОДГОТОВКИ ЛОКАЛЬНО ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКОВ СТАНДАРТА МЭК 61131-3В ПРОГРАММЕ CODESYS

Александр Владимирович Купоросов¹, Юлдуз Бекчановна Самигуллина²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹skuporosov@mail.ru, ²yulduz.sam11@mail.ru

Аннотация: В данной статье предложена автоматизированная система управления технологическим процессом первичной водоподготовки локально очистных сооружений с использованием языков стандарта МЭК 61131-3 предназначенная для повышения качества подготовки очищаемой воды, которая используется на энергетических установках. Правильно отлаженный процесс по подготовке обессоленной воды позволит защитить оборудование.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, регулирование подачи воды, программно-технический комплекс, очистные установки, запорная арматура.

DEVELOPMENT OF AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRIMARY TREATMENT LOCALLY TREATMENT FACILITIES, USING THE LANGUAGES

Alexander Vladimirovich Kuporosov, Samigullina Yulduz Bekenovna

Annotation: This article offers an automated control system for the technological process of primary water treatment of local treatment facilities using the languages of the IEC 61131-3 standard designed to improve the quality of treated water treatment, which is used in power plants. A well-established process for preparing desalinated water will protect the equipment.

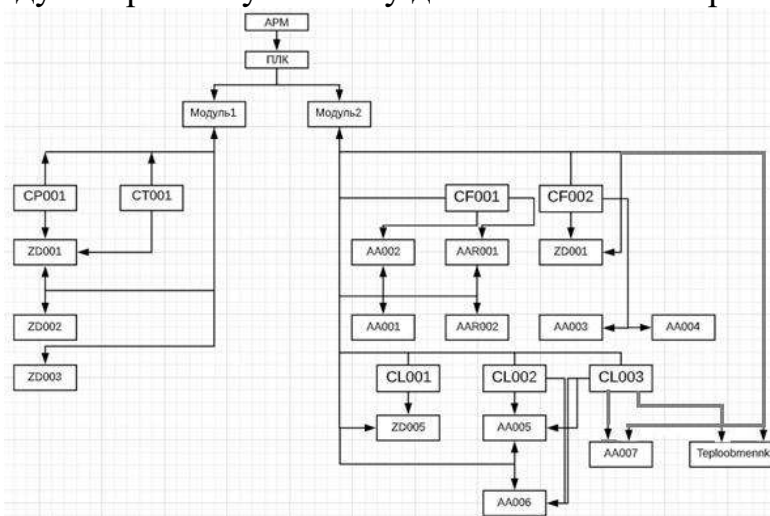
Keywords: automated control systems, water supply regulation, software and hardware complex, treatment plants, shut-off valves.

Контроль водоподготовительной установки предполагает установку специального оповестительного комплекса, подающего сигналы при колебаниях, резких изменениях установленных величин. [1]

В качестве контролирующих приборов системы водоподготовки устанавливаются первичные приборы и датчики автоматизированной системы управления, вторичные устройства с опциями фиксации, записи, суммирования исходных данных.

Из-за использования в механизмах водоподготовки большого количества измеряемых величин, показания которых необходимо

учитывать в процессе анализа, автоматизация водоподготовительных установок предусматривает установку дополнительных приборов. [2]



Структурная схема автоматизации системы водоподготовки

Работа начинается с того как датчик давления CP001 и датчик температуры СТ001 подадут сигнал в первый модуль ПЛК при обнаружении рабочего давления и нормированной температуры сточной воды. Далее сигнал на открытие подается на запорную арматуру ZD001. Далее по выбору оператора для подвода воды на подготовку необходимо открыть запорную арматуру ZD002 или ZD003.

При прохождении воды через фильтры грубой очистки и датчика расхода воды (расходомера) CF001 сигнал от него подается во второй модуль ПЛК, откуда сигнал на исполнение через промышленное реле приходит на насос первого подъема AA001 или AA002, перед выбором задания какой именно насос ввести в автоматическое включение, должен ориентировать по наработке часов, чтобы не выводить исполнительный механизм в ремонт раньше времени. Так же сигнал на работу подается на насосы- дозаторы коагулянта и флокулянта AAR001 и AAR002. Далее вода проходит флокулянт и доходит во флотатор, после индикации наличия воды в нижней камере, автоматически подключатся механизмы флотатора. Вода, пройдя предварительную очистку после флотатора должна пройти в промежуточный бак, расходомер при наличии расхода воды подает сигнал во второй модуль ПЛК откуда сигнал возвращается на открытие запорной арматуры ZD005 и включения насосов AA003 или AA004, перед выбором задания какой именно насос ввести в автоматическое включение, должен ориентировать по наработке часов, чтобы не выводить исполнительный механизм в ремонт раньше времени. [3]

Вода, поступающая в промежуточный бак задействует работу сигнализаторов уровня CL001, CL002, CL003. При срабатывания датчика

CL003 сигнал подается на второй модуль ПЛК, с задержкой времени сигнал возвращается на насос второго подъема AA005 или AA006, , перед выбором задания какой именно насос ввести в автоматическое включение, должен ориентировать по наработке часов, что бы не выводить исполнительный механизм в ремонт раньше времени. Так же с задержкой времени подается сигнал на начало работы теплообменника для подогрева подготовленной воды *Теплообменник*. После начала работы теплообменника с задержкой времени включается циркуляционный насос AA007. Задержка времени предназначена для защиты энергоустановок от исключения работы на сухой ход и не излишнего давления. Вода, выкачиваясь из промежуточного бака перестает задействовать сигнализаторы с уменьшением уровня воды в нём. После приостановки подачи сигнала от датчика CL002, пропадает сигнал на работу насоса второго подъема AA005 или AA006. Так же через некоторое время приостанавливает свою работу *Теплообменник*, а затем через выдержку времени и циркуляционный насос AA007. После опустошения системы и через некоторое время, когда заполнятся баки аккумуляторы процесс водоподготовки повторится.

Эффективность от использования разработанной системы автоматического управления в значительной степени будет зависеть от сформулированных целей управления. В процессе эксплуатации может возникнуть необходимость совершенствования действующей системы управления. Системный подход, без дополнительных затрат на обеспечение совместимости по результатам эксплуатации, позволит уточнить цель автоматизации для комплексного анализа смежных технологических процессов и автоматизировать эти процессы в составе действующей АСУ ТП. Главная функция системного подхода состоит в выявлении взаимных связей между процессами, количественной и качественной оценке влияния этих связей на достижение поставленной цели.

Источники

1. Лифшиц О.В. Справочник по водоподготовке котельных установок, М., Энергия. 1976. 288 с.
2. Минаев И.Г., Самойленко В.В. Программируемые логические контроллеры / Ставрополь: «АГРУС». 2009. 100 с.
3. Громогласов А.А. и др. Водоподготовка. Процессы и аппараты. М., Атомиздат. 1977. 325 с.

О ВЫСШИХ ГАРМОНИКАХ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Дмитрий Сергеевич Мартынов¹, Равиль Рафисович Шириев²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹martynovdima11@gmail.com, ²shrr@list.ru

Аннотация: В работе рассматриваются причины возникновения и методы борьбы с последствиями высших гармоник в сети электроснабжения.

Ключевые слова: электроснабжение, качество электроэнергии, гармоники.

ABOUT HIGHER HARMONICS POWER SUPPLY SYSTEMS

Dmitry Sergeevich Martynov, Ravil Rafisovich Shiriev

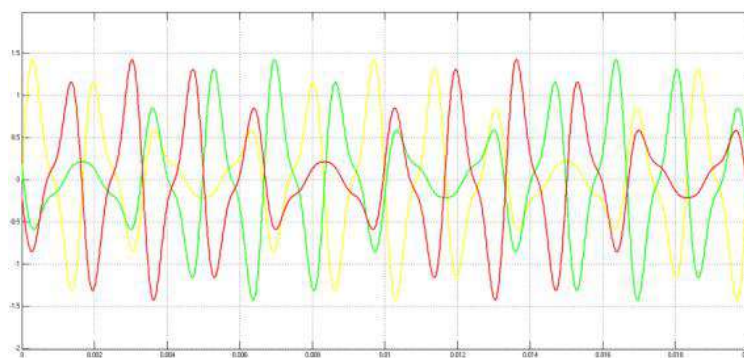
Annotation: The paper discusses the causes and methods of dealing with the consequences of higher harmonics in the power supply network.

Keywords: power supply, power quality, harmonics.

Под качеством поставляемой электроэнергии, надо понимать производство и передачу максимального значения активной мощности совершающей полезную работу, а так же компенсацию реактивной мощности и колебаний нагрузки, ведь ухудшение качества электроэнергии ведет к ее перерасходу. Высшие гармоники электрического тока создаются нелинейными нагрузками. Они представляют собой серьезные проблемы для систем электроснабжения, так как вносят искажения снижающие качество электроэнергии. Примером подобных потребителей электроэнергии являются сварочные аппараты, выпрямители, системы бесперебойного питания, устройства плавного пуска двигателей переменного тока.

Гармоники электрического тока при накладывании на основную гармонику приводят к искажению формы временной диаграммы электрического тока. Это в свою очередь приводят к искажению формы временной синусоиды электрического напряжения, в следствии чего происходит искажение формы кривой напряжения в сети (рис. 1).

Это является причиной различных неисправностей. Эффекты, которые вызывают высшие гармоники электрического тока, можно условно разделить на эффекты от относительно кратковременного и от более длительного воздействия [1].



Наложение высших гармоник на основную синусоиду источника

Эффекты кратковременного воздействия: искажение формы питающего напряжения; эффект гармоник, кратных трем (в трехфазных сетях); падение напряжения в распределительной сети; резонансные явления на частотах высших гармоник; наводки в телекоммуникационных и управляющих сетях; повышенный акустический шум в электромагнитном оборудовании; вибрация в электромашинных системах. Эффекты длительного воздействия: нагрев и дополнительные потери в электрических машинах; дополнительные потери в шинпроводах; нагрев конденсаторов, входящих в состав батарей (БСК); нагрев кабелей распределительной сети.

Таким образом, основными формами воздействия высших гармоник электрического тока на системы электроснабжения являются: увеличение уровня электрических напряжений и токов в СЭС вследствие возникновения резонансов на частотах гармоник; чувствительное снижение эффективности процессов генерации, передачи, распределения, преобразования и потребления электроэнергии; старение изоляции электрооборудования, что влечет за собой повышенный износ и сокращение срока службы; ложные срабатывания устройств релейной защиты и автоматики.

Компенсацию высших гармоник электрического тока осуществляют посредством применения технических и аналитических методов. С этой целью необходимо знать условия эксплуатации и технические характеристики автоматов защиты, источников электрической энергии, распределительной сети электроснабжения; знать уровень электрических нагрузок и места их подключения в системе электроснабжения. Применение специальных измерительных приборов для экспериментального определения гармонического состава электрического тока на разных участках системы электропитания также необходимо [2].

Таким образом, для решения данной проблемы необходимо более грамотно подходить к проектированию сети, размещать нелинейных

потребителей как можно ближе к источнику питания. Нужна модернизация старого оборудования на новые устройства с сетевыми фильтрами и УКРМ на базе новых микропроцессорных компонентов. Необходима разработка самих этих новейших устройств для уменьшения реактивной мощности в цепи и уменьшения перерасхода энергии потребителями.

Источники

1. Коваленко Д.В., Плотников Д.И., Шакенов Е.Е. Негативное воздействие токов высших гармоник на элементы системы электроснабжения // Молодой ученый. 2016. № 28 (132). С. 102-105.

2. Климов В.П., Москалев А.Д. Проблемы высших гармоник в современных системах электропитания // Практическая силовая электроника. Науч.-техн.сб./ Под ред. Малышкова Г.М., Лукина А.В.М.: АОЗТ "ММП-Ирбис", 2002

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Миляуша Нуримановна Маслахова¹, Наталья Владимировна Роженцова²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹milauch@mail.ru, ²natalia15969@yandex.ru

Аннотация: На сегодняшний день большинство энергоснабжающих организаций не обладают необходимым оборудованием для повышения качества электроэнергии до требуемых значений. Это порождает острую проблему негативного взаимовлияния технических средств между собой.

Ключевые слова: активный фильтр гармоник, симметрирование нагрузок фаз, компенсация высших гармоник, компенсация реактивной мощности.

USING ACTIVE FILTERS TO IMPROVE ELECTRIC ENERGY QUALITY

Milyausha Nurimanovna Maslakhova, Natalia Vladimirovna Rozhentsova

Annotation: Today, most power supply organizations do not have the necessary equipment to improve the quality of electricity to the required values. This gives rise to an acute problem of negative mutual influence of technical means among themselves.

Key words: active harmonic filter, balancing of phase loads, compensation of higher harmonics, compensation of reactive power.

В последнее время энергетики промышленных предприятий все чаще сталкиваются с проблемой выхода из строя, без видимой, казалось бы, на то причины, электрического и электронного оборудования. Так, происходит из-за того, что данное оборудование на промышленных предприятиях работает без использования средств повышения качества электроэнергии и такая работа может привести к частым отказам систем защиты и автоматики, ускоренному электрическому старению изоляции трансформаторов и линий электроснабжения, повышенному износу электрооборудования [1].

Причиной этих негативных явлений во многих случаях являются высшие гармоники тока в сетях, возникающие из-за подключения потребителей с нелинейной зависимостью сопротивления нагрузки.

К источникам гармоник в системах электроснабжения относятся: выпрямители, преобразователи, стабилизаторы, силовое электронное оборудование, дуговые сталеплавильные и индукционные печи, частотно-регулируемые электроприводы, газоразрядные лампы, различная бытовая техника и т.д.

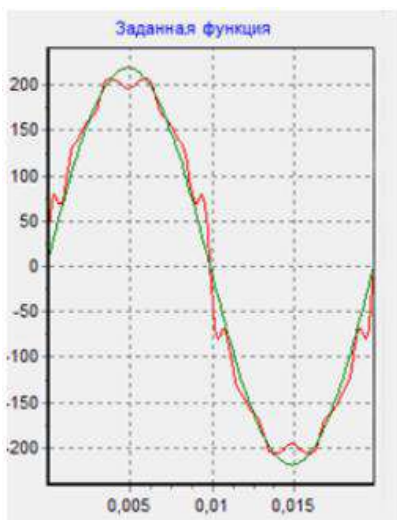
Решения для ослабления воздействия гармоник можно разделить на три группы: адаптация электроустановок, применение специальных устройств для обеспечения питания; использование фильтров.

В настоящее время появилась возможность использовать новейшие и наиболее перспективные устройства коррекции – активные фильтры электроэнергии (АФЭ), дающие возможность эффективно улучшать качество электрической энергии в распределительных сетях [2].

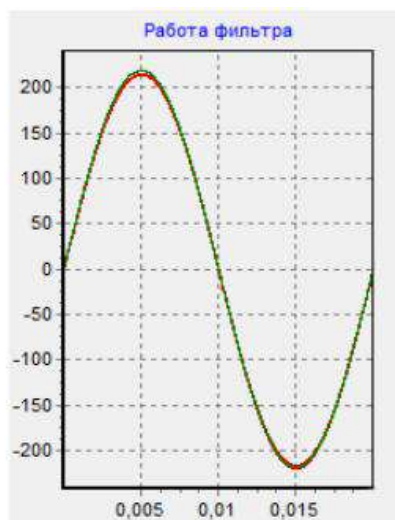
Принцип действия активного фильтра гармоник основан на непрерывном анализе гармонического состава нелинейной нагрузки и генерировании в распределительную сеть таких же гармоник, но с противоположной фазой. В результате высшие гармонические составляющие нейтрализуются в точке подключения фильтра, не распространяются от нелинейной нагрузки в сеть.

АФГ могут решить одновременно следующие задачи:

- симметрирование напряжений (опосредованно через симметрирование токов) сети и связанное с этим снижение практически до 0 тока нейтрали;
- подавление токовых гармоник;
- компенсация реактивной мощности (повышение $\cos\varphi$) [3].



а)



б)

Зависимость тока от времени, а) без учета работы фильтра, б) с учетом работы фильтра

Активные фильтры чаще всего применяются в геофизических, медицинских устройствах, в различных устройствах связи и совсем недавно начали пользоваться спросом на промышленных предприятиях

для обеспечения эффективного снижения уровня гармоник в сети и компенсации реактивной мощности.

Перед подготовкой серийного производства АФГ для промышленных предприятий был проведен этап опытной эксплуатации, где АФГ успешно функционировали в составе систем электроснабжения, включая автономные, улучшая показатели качества электроэнергии в точке их подключения. Данный этап в очередной раз доказывает то, что применение АФГ является одним из наиболее эффективным решением весьма сложной проблемы повышения надежности и энергоэффективности в энергоснабжении.

Источники

1. Чередников А.В. Аспекты использования активных фильтров в схемах электроснабжения // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс Сборник докладов VII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3-х томах. 2014. С. 109–112.

2. Горюнов В.Н., Лютаревич А.Г, Четверик И.Н. Активный фильтр как техническое средство обеспечения качества электроэнергии // Омский научный вестник. 2008. № 1 (64). С. 78-80.

3. Волков А.В., Метельский В.П. Совершенствование энергосберегающей системы электропитания для автоматизированных электроприводов на основе активного фильтра // Электротехнические и компьютерные системы. 2011. № 3 (79). С. 388–39.

УПРАВЛЕНИЕ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ В ПАРКОВЫХ ЗОНАХ В ТЕМНОЕ ВРЕМЯ СУТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ, РАЗРАБОТАННЫХ В ПРОГРАММЕ CODESYS

Юлдуз Бекчановна Самигуллина¹, Александр Владимирович Купоросов²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹yulduz.sam11@mail.ru, ²kuporosov@mail.ru

Аннотация: В тезисе предложена автоматизированная система управления наружным освещением в парковых зонах в темное время суток. Сети наружного освещения являются одним из крупных потребителей электроэнергии. Поэтому модернизация сетей наружного освещения является одним из эффективных и обязательным энергосберегающим мероприятием.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, наружное освещение, режимы работы, программа, время суток.

EXTERIOR LIGHTING CONTROL IN PARK ZONES AT DARK TIME OF DAY USING AUTOMATED SYSTEMS DEVELOPED IN CODESYS SOFTWARE

Yulduz Bekchanovna Samigullina, Aleksandr Vladimirovich Kuporosov

Annotation: The thesis proposes an automated control system for outdoor lighting in park areas at night. Outdoor lighting networks are one of the largest consumers of electricity. Therefore, the modernization of outdoor lighting networks is one of the most effective and mandatory energy saving measures.

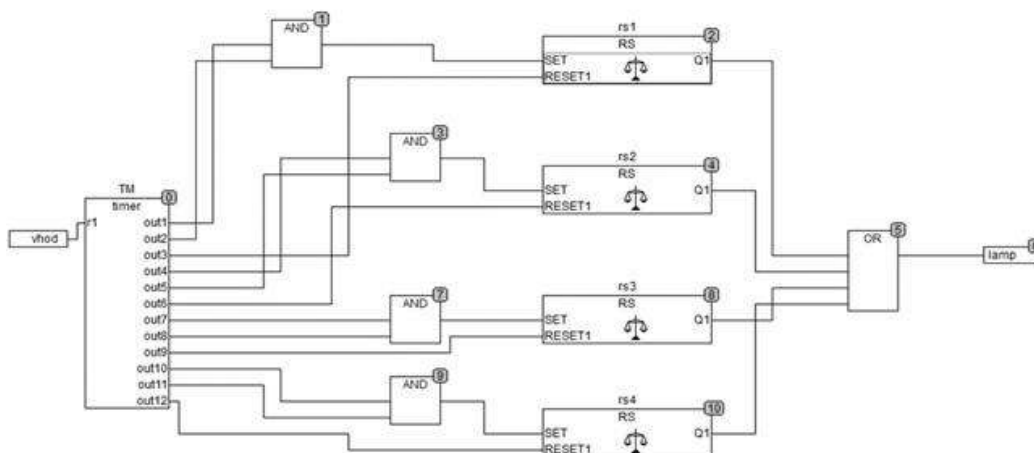
Key words: automated control systems, outdoor lighting, operating modes, program, time of day.

На сегодняшний день отсутствует централизованный мониторинг оборудования и управления режимами работы, также отсутствуют режимы энергосбережения. Разработанная нами программа, служащая для управления наружным освещением в парковых зонах в темное время суток, позволяет решить вышеуказанные проблемы.

Внешний вид программы, разработанной в CODESYS, представлен на рисунке.

Переменная *vhod* предназначена для подачи входного сигнала программы, каждому значению входа соответствует реальное значение. Например, если мы присваиваем входу 1 или 2, то это означает, что время года – зима. Если 3 и 4, то весна, 5 и 6 – лето, 7 и 8, соответственно, осень [1].

Переменная *lamp* – это конечная величина, означает реальную существующую лампу, которая включается и выключается в зависимости от хода программы.



Внешний вид программы

Следующие значения с *out1* по *out12* обозначают время суток и день месяца. Так, 1, 4, 7, 10 – это день месяца, дата, которая будет прописана далее в алгоритме программы. Выходы 2, 5, 8, 11 отвечают за вечернее и ночное время, 3, 6, 9, 12 – за утреннее и дневное время. Переменная *r1* – это *RS-триггер*. В программе также используются логические операции: сложение и умножение [2].

Источники

1. Минаев И.Г. Программируемые логические контроллеры. Ставрополь: «АГРУС», 2009. 100 с.
2. Минаев И.Г., Самойленко В.В., Ушкур Д.Г. Свободно программируемые устройства в автоматизированных системах управления / Учебное пособие. Ставрополь: «АГРУС», 2016. 168 с.

УМЕНЬШЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПРОСТОЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПУТЕМ УСТАНОВКИ ИСТОЧНИКА БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

Леонид Валерьевич Фетисов¹, Данил Геннадьевич Маврин²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹leonidfetisov@mail.ru, ²xxx2013.x@yandex.ru

Аннотация: В статье рассмотрен пример внедрения источников бесперебойного питания для уменьшения времени простоя.

Ключевые слова: источник бесперебойного питания, простой, частота электропитания, система, оборудование, время реагирования.

REDUCE EQUIPMENT DOWNTIME BY INSTALLING AN UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY

Leonid Valeryevich Fetisov, Danil Gennadevich Mavrin

Abstract: the article considers an example of implementing uninterruptible power supplies to reduce downtime.

Keyword: Uninterruptible power supply, simple, power supply frequency, system, equipment, response time.

Требование к бесперебойности электропитания как промышленных, так и информационных систем постоянно растут. Все чаще речь идет о полном отсутствии остановов из-за некачественного электропитания, и приближению к 100%(99,9...) времени работы без перерывов. Среди большого множества факторов, ограничивающих возможность достичь этого уровня бесперебойной работы системы, один из наиболее важных – надежность питания от сети[3].

Проблемы с питанием от сети можно разделить на три основные категории:

- 1.Отсутствие напряжения (приводит к неработоспособности нагрузки),
2. Перепады напряжения, вызывающие сбои в работе нагрузки.
3. Перепады напряжения, повреждающие электронные компоненты нагрузки.

В типичной серверной комнате за год, в среднем, происходит порядка 15 отключений электропитания, способных вызвать проблемы в работе ИТ-системы предприятия.

Длительность отключений:

1. 90% отключений длятся менее 5 минут.

2. 99% отключений длятся менее 1 часа.

3. Общая продолжительность отключений электропитания составляет порядка 100 минут в год.

Реакция оборудования на перебои с электропитанием может серьезно увеличить время простоев в реальных ситуациях. Как правило, реакция оборудования на отключение электропитания может относиться к трем основным категориям:

1. Мгновенный перезапуск при восстановлении электропитания.

2. Автоматический перезапуск после паузы.

3. Ручной перезапуск (при участии пользователя).

Более того, в случае ручного перезапуска возникает задержка, которая зависит от уровня работы персонала, обслуживающего оборудование. Этот уровень обычно относится к одной из трех следующих категорий:

1. Обслуживание собственным инженерным составом; реагирование в течение 1 часа.

2. Обслуживание по вызову (локальные специалисты); реагирование в течение 4 часов.

3. Обслуживание по вызову (удаленные специалисты); реагирование в течение 24 часов.

Таблица 1

Время реакции оборудования

	Обслуживание собственным и.с.	Обслуживание по вызову (локальные специалисты)	Обслуживание по вызову (удаленные специалисты)
Мгн. перезапуск	6 минут 40 секунд	6 минут 40 секунд	6 минут 40 секунд
Авт. перезапуск в течении 5 минут	11 минут 40 секунд	11 минут 40 секунд	11 минут 40 секунд
Ручной перезапуск	66 минут 40 секунд	246 минут 40 секунд	1440 минут 40 секунд

Очевидное достоинство ИБП – избавление от проблем из-за перебоев с электропитанием. [1] Количество проблем с электропитанием в случае установки ИБП уменьшается вне зависимости от реакции оборудования и уровня обслуживания, как можно увидеть из приведенной ниже табл. 2.

Таблица 2

Количество неисправностей с ИБП.

	Питание от сети	ИБП, 5 мин.	ИБП, 60 мин.	ИБП + ДГУ	ИБП N+1+ДГУ
время	15	1,50	0,15	0,01	0,001

Если учесть все факторы, можно увидеть, что установка ИБП значительно сокращает время простоев; впрочем, это сокращение сильно зависит от уровня обслуживания оборудования и от реакции оборудования.

Таблица 3

Время реакции оборудования с ИБП.

Обслуживание собственным инженерным составом					
	Питание от сети	ИБП, 5 мин.	ИБП, 60 мин.	ИБП + ДГУ	ИБП N+1 + ДГУ
Мгновенный перезапуск	6 минут 40 секунд	1 минута 40 секунд	0	0	0
Автоматический перезапуск в течении 5 минут	11 минут 40 секунд	6 минута 40 секунд	0	0	0
Ручной перезапуск	66 минут 40 секунд	61 минут 40 секунд	6 минут 40 секунд	0	0

На основании вышеприведенных данных можно сделать целый ряд общих выводов по поводу выбора ИБП для сокращения времени простоев.

1. ИБП может уменьшить время простоя как слегка, так и на множество порядков. Это зависит от выбора ИБП, реакции оборудования и уровня обслуживания.

2. Время простоя обычно уменьшается на порядок при увеличении времени автономной работы от ИБП с 5 минут до 1 часа[2].

3. Для достижения времени бесперебойной работы 99,999% необходим ИБП, способный обеспечивать автономную работу дольше 1 часа, или генератор.

4. На удаленных территориях для достижения времени бесперебойной работы 99,999% необходим как отказоустойчивый ИБП (N+1), так и генератор.

5. Системы, для перезапуска которых требуется вмешательство пользователя, сильнее всего выиграют от установки ИБП с точки зрения повышения бесперебойности.

Источники

1. Patrick Donovan, Martin Zacho, FAQs for Using Lithium-ion Batteries with a UPS // White Paper 231.

2. Уэн С. Выравнивание заряда батарей обеспечивает долгое время работы и продлевает срок службы. // США: Техас Инструментс. 2010. С. 14.

3. Фетисов Л.В., Шрыков И.В. Использование альтернативных источников энергии для энергообеспечения жилых и производственных помещений. // Международная научно-практическая конференция «Инновации в науке и практике». Барнаул, 2018. С. 75-79.

ЗНАЧИМОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Роман Альбертович Хуснутдинов¹, Равиль Рафисович Шириев²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹husnutdinovr7@gmail.com, ²shrr@list.ru

Аннотация: В данной статье определена важность и значимость современных технологий в области энергосбережения ЖКХ. Проведен обзор основных проблем и причин их формирования в электроэнергетике, как основообразующей отрасли ЖКХ. Рассмотрены примеры применения современных энергосберегающих технологий.

Ключевые слова: современные технологии, умный дом, оптимизация затрат.

THE IMPORTANCE OF MODERN TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF ENERGY SAVIN

Roman Albertovich Khusnutdinov, Ravil Rafisovich Shiriev

Annotation: This article defines the importance and significance of modern technologies in the field of energy saving of housing and communal services. The review of the main problems and reasons for their formation in the electric power industry as the main industry of housing and utilities is carried out. Examples of application of modern energy-saving technologies in housing and communal services.

Keywords: modern technologies, smart home, cost optimization.

Одной из наиболее важных и актуальных задач в ЖКХ является осуществление комплекса мер по рациональному использованию энергоресурсов. Повышение энергоэффективности и внедрение энергосберегающих технологий в настоящее время является одним из важнейших направлений перевода экономики на путь интенсивного развития и рационального природопользования.

Внедрение энергосберегающих технологий – это требование современности. Было подсчитано, что срок окупаемости внедрения энергосберегающих технологий составляет два-три года. Существенно снизить затраты на производство и транспортировку тепла и воды к потребителям, но при этом обеспечивать необходимое качество данных услуг, позволяют современные технологии и оборудование [1; 3].

Только предварительно обследовав коммунальную систему в каждом конкретном случае, можно выбрать правильную технологию, которая позволит снизить затратную часть проектов, а также повысить их эффективность.

Из-за ухудшения экологической ситуации и значительной волатильности цен на топливно-энергетические ресурсы для многих стран актуален вопрос повышения энергоэффективности жилищно-коммунальной отрасли. Для России этот вопрос является актуальным, но его актуальность обусловлена следующими факторами: с течением времени появляется необходимость разрабатывать труднодоступные месторождения ископаемого топлива, также серьезная зависимость экономики от мировых цен на углеводородное сырье, ну и не стоит забывать об экологии.

Организационные меры, безусловно, должны сопровождать федеральную программу энергоэффективности ресурсоснабжающих организаций ЖКХ. В области функционирования и развития энергоснабжающих предприятий ЖКХ или организаций электроэнергетической отрасли выделяют следующие основные проблемы мониторинга: 1) не соответствие уровней напряжения; 2) низкое качество электроэнергии; 3) высокий уровень потерь электроэнергии.

С целью выхода из сложившейся ситуации будет целесообразно провести следующие мероприятия: 1) нормализовать уровень напряжения; 2) организовать мониторинг повышения качества электроэнергии; 3) организовать мониторинг потерь электроэнергии.

Принципиально снизить потери, связанные с передачей электроэнергии по проводам (около 40-50%) можно при использовании, по возможности, сверхпроводящего кабеля. При применении структурированных и аморфных сталей для сердечников, а также сверхпроводящих материалов, можно добиться снижения потерь в трансформаторах (около 40%). Компенсирующие устройства, созданные на базе новых управляемых силовых полупроводниковых приборов, позволяют в отличие от обычных устройств не только компенсировать и потреблять реактивную мощность, но и генерировать её.

Применение компенсирующих устройств с такой быстрой системой управления позволяет очень быстро и адекватно реагировать на любые возмущения в сети электропередач. Подобные компенсирующие устройства обеспечивают режим, который позволяет не только снижать потери, но и поддерживать напряжение, повышать пропускную способность, оптимизировать перетоки мощности, обеспечивать динамическую и статическую стабильность. Это одно из важнейших направлений, позволяющих снизить потери.

Сейчас постепенно набирает обороты такое направление снижения потерь в электрических сетях, как внедрение так называемых энергоэффективных жилых домов.

На практике это жилой дом, в котором будет установлено самое современное оборудование. Строительство подобного жилья в мегаполисе должно обеспечить ощутимую экономию ресурсов, на 20-30% уменьшить затраты на содержание зданий [2]. На крыше расположатся солнечные батареи, которые будут вырабатывать энергию для освещения подъезда и придомовой территории, а также нагрева воды в квартирах. В квартирах планируется использование таких технологий, как стеклопакеты со специальным напылением и особая система вентиляции с рекуперацией тепла, которые позволят сохранить тепло в квартирах зимой и сохранить прохладу в квартире летом

Источники

1. Андреева Е.О., Борисова Н.И. К вопросу об энергосбережении в современном архитектурно-строительном комплексе // NovaInfo.Ru. 2015. Т. 1. № 39. С. 117-122.

2. Ашнина Ю.А., Борисов А.В., Борисова Н.И. Развитие инфраструктуры современного города: социальные и экономические аспекты // NovaInfo.Ru. 2015. Т. 2. № 39. С. 177-183.

3. Борисова Н.И., Борисов А.В. Проблемы и перспективы применения энергосберегающих технологий в строительном комплексе волгоградской области // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. 2016. № 13-2. С. 25-31.

Секция 8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 621.316.91/ББК 31.27

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-35 кВ

Гузель Рамилевна Валиева¹, Гузелия Габделахатовна Галеева²,
Екатерина Андреевна Зотова³
^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ»
guzelrv@mail.ru¹, galeeva_guzeliya@mail.ru², kwonek@mail.ru³

Аннотация: в статье предложен обзор методов определения повреждения в электрических распределительных сетях 6(10),35 кВ. Выявлен наиболее оптимальный метод для устранения повреждения и предотвращения аварийной ситуации. Показано, что волновой метод определения мест повреждения является наиболее перспективным способом для определения места повреждения в распределительных сетях 6-35 кВ.

Ключевые слова: однофазное замыкание на землю, определение места повреждения, методы ОМП, короткое замыкание, волновой метод.

METHODS OF DETERMINING DAMAGE LOCATION IN 6-35 KV DISTRIBUTION NETWORKS

Guzel RamilevnaValiyeva, Guzeliya Gabelakhatovna Galeeva,
Ekaterina Andreevna Zotova

Annotation: The article provides an overview of methods for determining damage in electrical distribution networks 6 (10), 35 kV. The best method for repairing damage and preventing an emergency has been identified. It has been shown that the wave method of fault location is the most promising method for fault location in 6-35 kV distribution networks.

Keywords: single-phase ground fault, determination of damage location, WMD methods, short circuit, wave method.

Воздушные линии напряжением 6 (10) кВ составляют основу распределительных электрических сетей. Распределительные сети среднего напряжения 6-35 кВ являются наименее оборудованными устройствами РЗА и ОМП сетями. [1].

В настоящее время в распределительных сетях используются следующие методы определения места повреждения: дистанционные, топографические, методы последовательного деления сети. Дистанционные методы применяются для определения расстояния до места междуфазного КЗ, имеют низкую точность измерения в связи с погрешностями датчиков токов и напряжений. Топографические методы используют последовательный обход сети, на который затрачивается

много времени. Методы последовательного деления сети позволяют выделить лишь поврежденный участок сети [2].

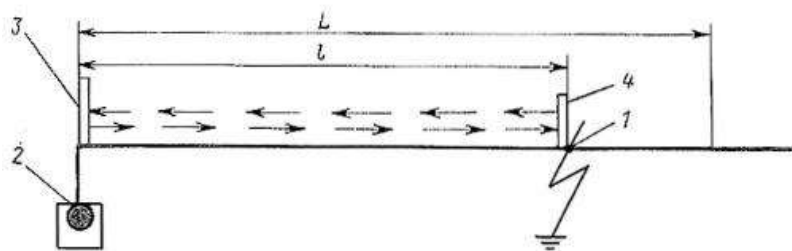


Рис. 1. Схема прохождения высокочастотного импульса при измерении на линии

На рис.1, 1 – место повреждения; 2 – локационный искатель; 3 – зондирующий импульс; 4 – отражение импульса; L – общая длина линии; l – расстояние до места повреждения.

Несмотря на недостатки дистанционного метода, он так же имеет и ряд преимуществ. Так, например, преимущество импульсных методов ОМП заключается в том, что многие параметры линий, имеющие вероятностный и непредсказуемый характер не оказывают никакого влияния на процесс определения места повреждения. Используется волновой двусторонний метод с синхронизацией полуккомплектов при помощи *GPS*- или Глонасс датчиков.

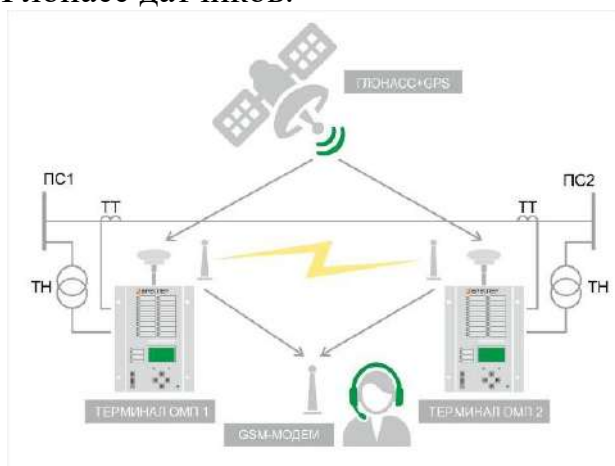


Рис. 2. Волновой метод ОМП

На волновом принципе основана работа комплектного устройства импульсной защиты от замыканий на землю воздушных и кабельных линий 6-35 кВ «ТОР-110-ИЗН» [3].

Устройство предназначено для селективной защиты (сигнализации или отключения) от устойчивых или неустойчивых замыканий на землю в воздушных и кабельных линиях в сетях 6-35 кВ независимо от режима

работы их нейтрали, а также для индикации фазного тока, протекающего по линии.

Волновые методы определения КЗ в частности, и импульсные в общем, представляют наибольший практический интерес для применения в распределительных сетях среднего напряжения.

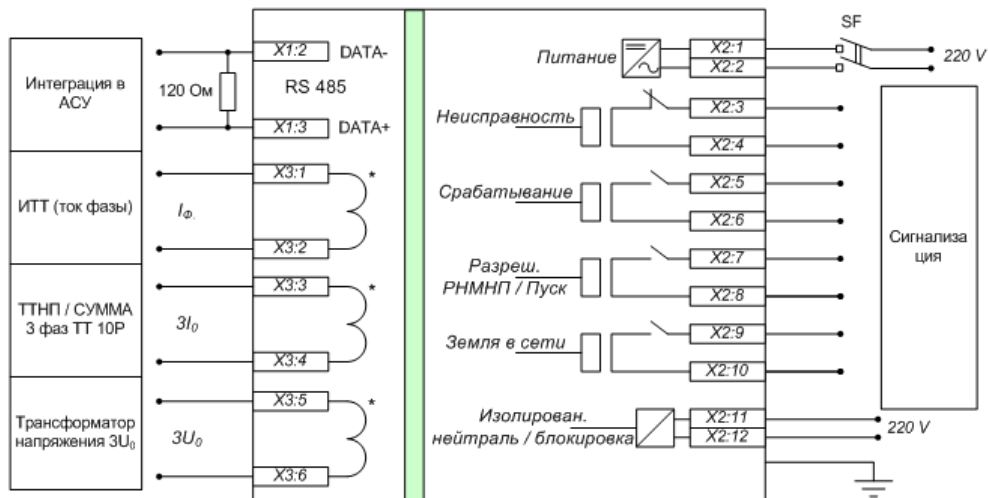


Рис. 3. Схема подключения устройства «ТОР 110-ИЗН» при выполнении индивидуальной защиты от замыканий на землю

Они лишены многих недостатков, которыми обладают методы ОМП по параметрам аварийного режима как дистанционные, так и топографические. По той причине, что оценивают параметры переходного процесса в отличие от тех, где исследуется установившийся режим. А также потому, что вывод о местоположении повреждения делается на основе зависимости длины участка линии от времени пробега электромагнитной волны повреждения, а не от сопротивления участка линии [4].

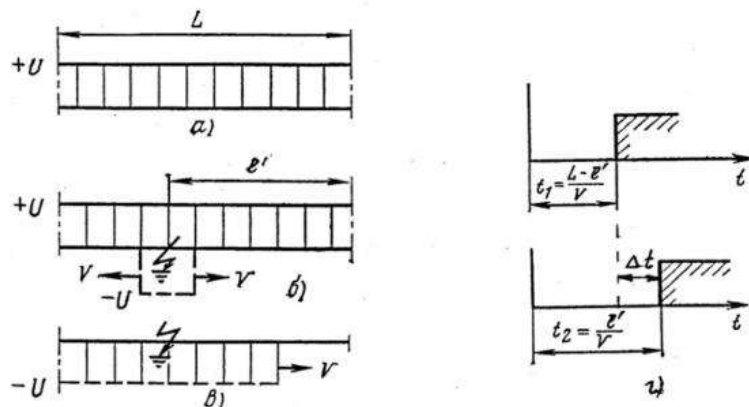


Рис. 4. Распространение волн вдоль линии (а, б, в) и временные диаграммы (г) при волновом методе ОМП

Источники

1. Применение волнового метода ОМП в распределительных электрических сетях Закурдаев Р. Ю. [Текст] Проблемы науки, 2017 26-30с.

2. Эффективные методы определения однофазного замыкания на землю на ВЛ-6 (10) кВ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://panor.ru/articles/effektivnye-metody-opredeleniya-odnofaznogo-zamykaniya-na-zemlyu-na-vl-6-10-kv/44437.html> (дата обращения: 13.10.2020).

3. Комплектное устройство импульсной защиты от замыканий на землю воздушных и кабельных линий 6-35 кВ ТОР 110 – ИЗН. [Текст]: руководство по эксплуатации / ООО «Релематика». Чебоксары, 2014. 37 с.

4. Лачугин В. Ф. Релейная защита объектов электроэнергетических систем, основанная на использовании волновых методов. [Текст]: дис. докт. тех. наук:05.14.02: защищена 17.06.16. Москва, 2015. 437 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭКВИВАЛЕНТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ СХЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Горлов¹ А.Н., Грачева² Е.И., Шакурова³ З.М., Блохин⁴ Р.Д., Беляков⁵ К.Ю.

¹Юго-Западный Государственный Университет, г. Курск, Россия

²⁻⁵ Казанский Государственный Энергетический Университет, г. Казань, Россия

¹kafedra.es@yandex.ru, ²grachieva.i@bk.ru, ³shzumeyra@mail.ru,

⁴epp.kgeu@mail.ru, ⁵belyakov.kamil@mail.ru

Аннотация: В представленной статье разработан алгоритм оценки потерь электроэнергии с учетом влияющих факторов в магистральных схемах цехового электроснабжения. Проведено исследование влияния основных параметров электрооборудования на эквивалентное сопротивление распределительного шинпровода. Представлены результаты расчета потерь активной мощности с помощью эквивалентного сопротивления на примере участка магистральной схемы цеховой сети.

Ключевые слова: потери электроэнергии, эквивалентное сопротивление сети, электрическая сеть 0,4 кВ, сопротивление контактных соединений низковольтных аппаратов, среднеквадратичный коэффициент загрузки, коэффициент формы графика нагрузки, температура окружающей среды.

Благодарности: Публикация выполнена при финансовой поддержке государственного задания Министерства высшего образования и науки Российской Федерации, проект № 0851-2020-0032 «Исследование алгоритмов, моделей и методов повышения эффективности функционирования сложных технических систем».

STUDY OF FACTORS THAT DETERMINE THE EQUIVALENT RESISTANCE OF MAIN POWER SUPPLY CIRCUITS

Gorlov A.N., Gracheva E.I., Shakurova Z.M., Blokhin R. D., Belyakov K. Yu.

Annotation: In this article, an algorithm for estimating power losses is developed, taking into account the influencing factors in the main circuits of shop power supply. The influence of the main parameters of electrical equipment on the equivalent resistance of the distribution busbar is studied. The results of calculating active power losses using equivalent resistance are presented on the example of a section of the main circuit of the shop network.

Key words: power losses, equivalent network resistance, 0.4 kV electrical network, resistance of contact connections of low-voltage devices, RMS load factor, load graph shape coefficient, ambient temperature.

Gratitudes: The publication was supported by the state task of the Ministry of higher education and science of the Russian Federation, project No. 0851-2020-0032 "Research of algorithms, models and methods for improving the efficiency of complex technical systems".

Для внутривозводских систем электроснабжения характерным является значительная протяженность и разветвленность низковольтных

сетей и существенная величина потерь электроэнергии (ЭЭ) в них [1-2].

С другой стороны, в настоящее время наблюдается устойчивая тенденция увеличения стоимости расходуемой ЭЭ, поэтому возникает необходимость в разработке методик достоверной оценки величины потерь ЭЭ в системах внутрицехового электроснабжения [3].

Решение проблемы увеличения точности учета расхода ЭЭ, повышения энергоэффективности электрооборудования промышленных комплексов, требует применения современных компьютерных технологий и мониторинга потерь [4].

Величина потерь ЭЭ в кабеле (проводе) определяется по выражению:

$$\Delta W = 3R_{\text{э}} \int_0^T I^2(t) dt \quad (1)$$

где $I(t)$ – величина тока в кабеле (проводе) в момент времени t ; $R_{\text{э}}$ – величина эквивалентного сопротивления кабеля (провода).

Проанализируем и оценим влияние факторных характеристик схемы и режимов на точность расчета потерь ЭЭ для электрооборудования магистральных схем.

Определим для магистральной схемы [1] величину эквивалентного сопротивления шинпровода в соответствии с поэлементным расчетом

В результате вычислений получено $R_{\text{э по элем}} = 55,8$ мОм, где ΔP_i – величина активных потерь мощности для схемы с учетом нагрева проводников и сопротивлений контактов, Вт; $I_{\text{р,ш}}$ – значение расчетного тока шинпровода, А

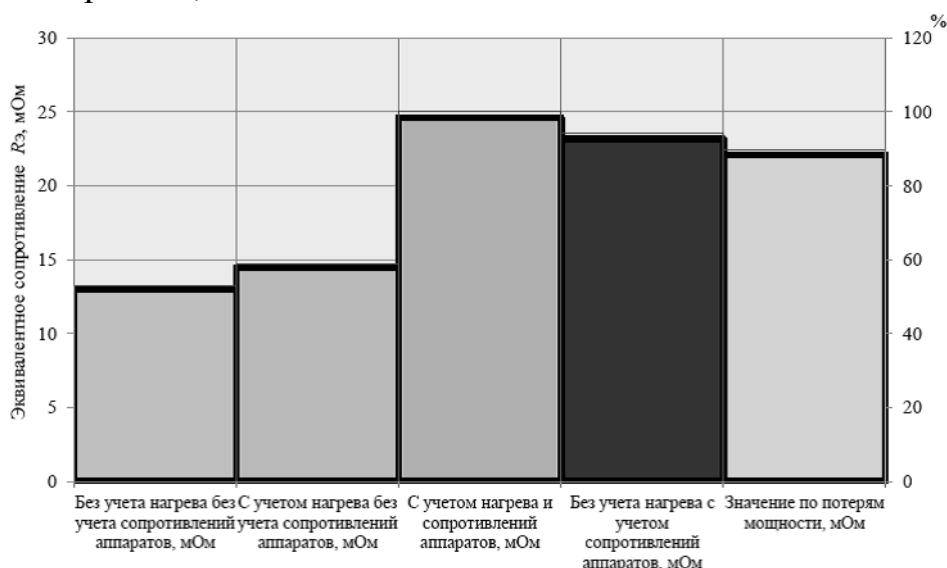


Рис. Учет основных факторов, влияющих на величину эквивалентного сопротивления шинпровода

На рис. показаны гистограммы соотношений в величине эквивалентного сопротивления шинпровода значений сопротивлений контактов аппаратов, значений сопротивлений секций шинпровода и линий ответвлений, с учетом их нагревания.

Источники

1. Грачева Е.И., Шакурова З.М., Абдуллазянов Р.Э. Сравнительный анализ наиболее распространенных детерминированных методов определения потерь электроэнергии в цеховых сетях // Проблемы энергетики. 2019. № 5. с. 87-96.

2. Грачева Е.И., Горлов А.Н., Шакурова З.М. Анализ и оценка экономии электроэнергии в системах внутриводского электроснабжения // Проблемы энергетики. 2020. № 2. с. 65-74.

3. Сенникова А.Е., Ворокова Н.Х. Метод корреляционного анализа и его применение в прогнозировании показателей // Инновационные технологии в науке и образовании. 2016. № 2. с. 391-394

4. Powering. Reliable. Future. Yesterday, today and tomorrow. RWE Annual Report (2017). Essen, Germany: RWE Aktiengesellschaft.

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ РАСЧЕТА ЭКВИВАЛЕНТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ШИНОПРОВОДОВ ЦЕХОВЫХ СЕТЕЙ

Алексей Николаевич Горлов¹, Елена Ивановна Грачева²,
Зумейра Мунировна Шакурова³, Роман Дмитриевич Блохин⁴,
Камиль Юрьевич Беляков⁵

¹Юго-Западный Государственный Университет, г. Курск,
²⁻⁵ Казанский Государственный Энергетический Университет, г. Казань
¹kafedra.es@yandex.ru, ²grachieva.i@bk.ru, ³shzumeyra@mail.ru,
⁴epp.kgeu@mail.ru, ⁵belyakov.kamil@mail.ru

Аннотация: Рассмотрены факторы, влияющие на эквивалентное сопротивление шинпровода, среднеквадратичный коэффициент загрузки, коэффициент формы графика нагрузки, сопротивление контактных соединений коммутационных аппаратов и температура окружающей среды. Вычислены значения сопротивлений линий ответвлений от шинпровода с учетом нагревания проводников и сопротивлений автоматических выключателей и магнитных пускателей, установленных на линии.

Ключевые слова: потери электроэнергии, эквивалентное сопротивление сети, электрическая сеть 0,4 кВ, сопротивление контактных соединений низковольтных аппаратов, среднеквадратичный коэффициент загрузки, коэффициент формы графика нагрузки, температура окружающей среды.

Благодарности: Публикация выполнена при финансовой поддержке государственного задания Министерства высшего образования и науки Российской Федерации, проект № 0851-2020-0032 «Исследование алгоритмов, моделей и методов повышения эффективности функционирования сложных технических систем».

ESTIMATION OF THE ERROR IN CALCULATING THE EQUIVALENT RESISTANCE OF DISTRIBUTION BUSBARS OF SHOP NETWORKS

Alexander Nikolaevich Gorlov, Elena Ivanovna Gracheva, Shakurova Zumeira
Munirovna, Roman Dmitrievich Blokhin, Kamil Yurevich Belyakov

Annotation: Factors affecting the equivalent busbar resistance, the RMS load factor, the load graph shape factor, the resistance of the contact connections of switching devices, and the ambient temperature are considered. The values of the resistances of the branch lines from the busbar are calculated, taking into account the heating of the conductors and the resistances of automatic switches and magnetic starters installed on the line

Key words: power losses, equivalent network resistance, 0.4 kV electrical network, resistance of contact connections of low-voltage devices, RMS load factor, load graph shape coefficient, ambient temperature.

Gratitudes: The publication was supported by the state task of the Ministry of higher education and science of the Russian Federation, project No. 0851-2020-0032 "Research of algorithms, models and methods for improving the efficiency of complex technical systems".

В промышленных или электротехнических комплексах [1-3] значительную долю составляют системы внутрицехового электроснабжения напряжением до 1 кВ [1-2].

В табл. 2 и 3 представлены результаты учета влияния основных факторов на величину эквивалентного сопротивления шинпровода [1] и рассчитаны значения погрешностей вычислений.

Таблица 1

Значения эквивалентного сопротивления схемы и результирующая погрешность вычислений

Число присоединенных потребителей	R_{Σ} по элем, мОм	$R_{экв}$, мОм	Значение погрешности вычислений, %
13	290,7	284,1	-2,9
10	269,3	280,6	4,5
5	298,1	255,0	-14,5

Таблица 2

Оценка значений эквивалентного сопротивления шинпровода и их отклонения от эталонного значения эквивалентного сопротивления

Количество приемников электроэнергии	Без учета нагрева без учета сопротивления контактных соединений аппаратов, мОм	С учетом нагрева без учета сопротивления контактных соединений аппаратов, мОм	С учетом нагрева и сопротивления контактных соединений аппаратов, мОм	Без учета нагрева с учетом сопротивления контактных соединений аппаратов, мОм
13	12,98	14,43	24,60	23,15
10	30,41	36,34	48,96	43,03
5	33,13	3570	51,84	49,27
Относительная погрешность, %				
13	-47	-41	0	-6
10	-38	-26	0	-12
5	-36	-31	0	-5

В результате проведенных исследований установлено, что для повышения достоверности оценки уровня потерь ЭЭ в магистральных схемах цеховых сетей требуется учет таких параметров электрооборудования, как нагревание проводников вследствие протекающего тока и температуры помещений; сопротивлений контактных групп электрических аппаратов, установленных на линиях сети, а также вида графиков нагрузок потребителей. Необходимость учета вышеперечисленных параметров целесообразна для низкого напряжения любой топологии, что подтверждается многочисленными проведенными исследованиями [4-5].

Источники

1. Грачева Е.И., Шакурова З.М., Абдуллазянов Р.Э. Сравнительный анализ наиболее распространенных детерминированных методов определения потерь электроэнергии в цеховых сетях // Проблемы энергетики. 2019. № 5. с.87-96.

2. Грачева Е.И., Горлов А.Н., Шакурова З.М. Анализ и оценка экономии электроэнергии в системах внутризаводского электроснабжения // Проблемы энергетики. 2020. № 2. с.65-74.

3. Kabalci Y. A survey on smart metering and smart grid communication // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. Т. 57. С.302-318

4. Busom N. et al. Efficient smart metering based on homomorphic encryption // Computer Communications. 2016. Т. 82. С.95-101.

5. Конюхова Е.А. Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий (теория и примеры). Издательство «Кнорус», 2016.

АНАЛИЗ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ФЕРРОРЕЗОНАНСНЫХ ПРОЦЕССОВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ 500 кВ

Дамир Фатыхович Губаев¹, Ольга Германовна Губаева²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹d-gubaev@mail.ru,² mr.gubaev@mail.ru

Аннотация: Приведена апробация программы для ЭВМ по выявлению феррорезонансных процессов в распределительных устройствах электрических подстанций 500 кВ. Сформулированы рекомендации по предотвращению феррорезонансных явлений в распределительных устройствах, рассмотренных напряжений.

Ключевые слова: электромагнитные трансформаторы напряжения (ТН), электрическая подстанция, распределительное устройство (РУ), высоковольтный выключатель, перенапряжения, феррорезонанс напряжений, конденсаторы.

ANALYSIS OF THE OCCURRENCE OF FERRORESONANCE PROCESSES IN SWITCHGEARS 500 KV

Damir Fatihovich Gubaev, Olga Germanovna Gubaeva

Annotation: Approbation of a computer program for identifying ferroresonant processes in switchgears of 500 kV electrical substations is presented. Recommendations for the prevention of ferroresonance phenomena in switchgears of the considered voltages are formulated.

Keywords: electromagnetic voltage transformers, electrical substation, switchgear, high voltage switch, overvoltage, ferroresonance of voltages, capacitors.

В соответствии с требованиями ПТЭ, распределительные устройства (далее – РУ) 150-500 кВ с электромагнитными ТН и выключателями, контакты которых шунтированы конденсаторами, должны быть проверены на возможность возникновения феррорезонансных перенапряжений при отключениях систем шин. При необходимости должны быть приняты меры к предотвращению феррорезонанса при оперативных и автоматических отключениях.

Согласно [1], для определения возможности возникновения феррорезонанса необходимо определить параметры всех элементов схемы замещения рисунка 1: суммарные емкости выключателей, системы шин и характеристику намагничивания трансформатора напряжения.

Для аппроксимации кривой намагничивания магнитопроводов трансформаторов напряжения, выбрана формула арктангенса с тремя постоянными и линейным членом [2]:

$$\psi = \alpha \cdot \arctg(\beta \cdot i) + \gamma \cdot i.$$

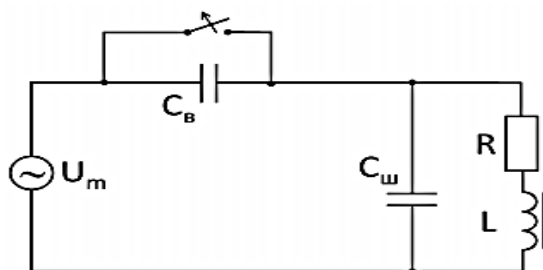


Рис.1. Схема замещения при отключении ненагруженной системы шин с электромагнитным трансформатором напряжения

U_m – амплитуда напряжения шин, кВ;

C_B – суммарная емкость между разомкнутыми контактами всех выключателей, Ф;

$C_{ш}$ – суммарная емкость на землю всех элементов отключенной части РУ, Ф.

L – нелинейная индуктивность трансформатора напряжения, Гн;

R – активное сопротивление первичной обмотки ТН, Ом.

Для анализа возникновения феррорезонансных явлений в РУ, как предписывает ПТЭ, были разработаны математические модели, для расчета токов и перенапряжений в первичных обмотках электромагнитных ТН 500 кВ, на которые были получены авторские свидетельства.

В качестве объекта исследования было выбрано РУ 500 кВ ПС «Бугульма 500» Бугульминских электрических сетей.

Перед проведением расчета был выполнен анализ алгоритма работы устройств релейной защиты и автоматики в РУ, указанной ПС и рассчитаны емкости элементов в отключенной части РУ и емкости, шунтирующие контакты высоковольтных выключателей.

Далее приведен пример расчета, для режима работы дифференциальной защиты шин (далее – ДЗШ), системы шин (далее – СШ) 500 кВ ПС «Бугульма 500» (схема ОРУ 500 кВ не нормальная – в ремонте АТГ2). При этом от ДЗШ отключаются следующие присоединения: ВЛ Бекетово, ВЛ ЗГРЭС, ВЛ Азот, АТГ3.2 СШ 500 кВ полностью обесточена. ТН электромагнитного типа остался подключенным ко 2СШ 500кВ. В табл.1, приведен расчет емкостей отключенных элегазовых выключателей серии GL и отключенной части РУ. Как видно из рис. 2, программа дает сообщение о существующем ФРП. Среднеквадратичное значение тока в первичной обмотке ТН равно 0,256А, это превышает ток 0,22А, который превышает допустимый ток 0,22 А, который выбран в качестве критерия оценки возникновения ФРП.

Схему проверяем на ФРП

емкость отключенных выключателей GL 317, GL 317, GL 317, GL 317	Св=	2400 пФ
отключенная часть РУ:		
ошиновка 11x260=440		2860 пФ
разъединители 4x300=1200		1200 пФ
выключатели 4x300=1200		1200 пФ
ТН 1x550=550		550 пФ
ОПН 1x150=150		150 пФ
Суммарная емкость отключ. части ОРУ	СΣ=	5960 пФ

На рис. 2 приведены результаты расчета, рассмотренной ситуации работы РЗиА в РУ 500 кВ.

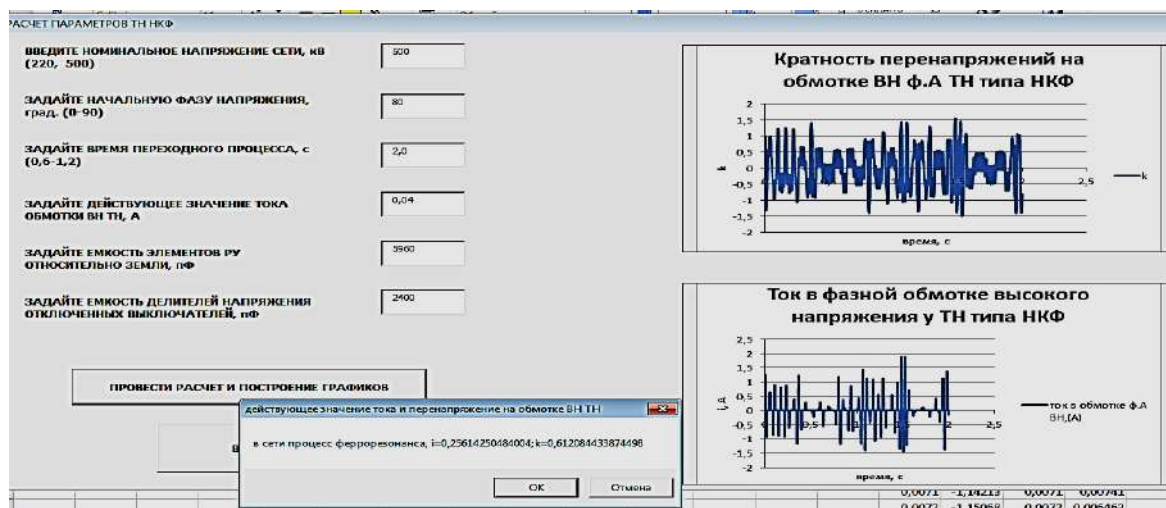


Рис. 2. Результаты расчета на математической модели, по выявлению феррорезонанса

Разработанные модели позволяют выявлять феррорезонансные процессы в РУ 150–500 кВ, как это предписывают нормативно-технические документы. Расчеты можно проводить для любых режимов работы РУ: рабочих, ремонтных, аварийных. Программа расчета дополнена критерием оценки тока в первичной обмотке.

Источники

1. СТО 56947007-29.240.10.191-2014 Методические указания по защите от резонансных повышений напряжения в электроустановках 6-750 кВ, ОАО «ФСК ЕЭС».

2. Антонов Н.А. Анализ феррорезонансных схем электрических сетей 110-500 кВ методами математического регулирования: диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Ивановский государственный. энергетический университет, Иваново, 1998

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИГНАЛОВ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Надежда Геннадьевна Егорова¹, Рустэм Газизович Хузяшев²,
Игорь Леонидович Кузьмин³
^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
Nadyaegorova1997@mail.ru¹, 142892@mail.ru², to_kigor@list.ru³

Аннотация: В статье выполнен анализ интегральных параметров осциллограмм, зафиксированных регистраторами на КЛ 110 кВ.

Ключевые слова: волновой метод, определение место повреждения, сигнал переходного процесса, осциллограмма.

INTEGRAL PARAMETERS OF TRANSIENT SIGNALS

Nadezhda Gennadievna Egorova, Rustem Gazizovich Khuzyashev,
Igor Leonidovich Kuzmin

Annotation: The article analyzes the integral parameters of the oscillograms recorded by the recorders on the 110 kV cable line. transient process recorded by analog-to-digital converters.

Keywords: wave method, determination of the location of damage, transient signal, oscillogram.

В апреле 2019 г на кабельной линии 110кВ «Центральная –Восточная 2 цепь» длиной 11,058км был установлен программно-аппаратный комплекс (ПАК) волнового определения места повреждения (ВОМП) в составе датчика №23 и №29. Данный ПАК позволяет регистрировать синхронные и одиночные события. События, сигналы которых зарегистрированы только одним датчиком, называются одиночными. События, сигналы которых зарегистрированы двумя датчиками – синхронными. Обработка осциллограмм, пересылаемых с датчиков на выделенный сервер по сотовым каналам связи, позволит определить не только место повреждения, но и причину возникновения Сигналов переходного процесса (СПП). Исследовались интегральные параметры СПП: энергия, амплитуда, общая длительность и длительность переднего фронта 1-го импульса.

Все существенные интегральные признаки для каждого датчика представлены в рис.1

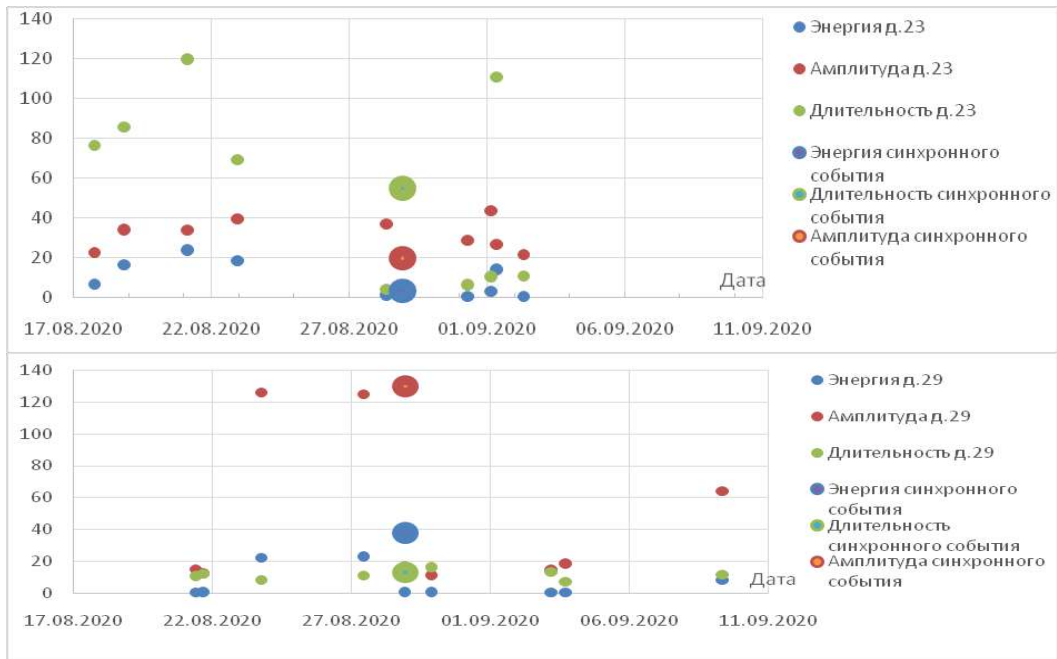


Рис. 1. График зависимости интегральных признаков от времени для каждого датчика

В ходе работы было рассмотрено синхронное событие 28 августа 2020г, и 5 событий до и после одиночных событий, регистрируемых каждым датчиком в отдельности.

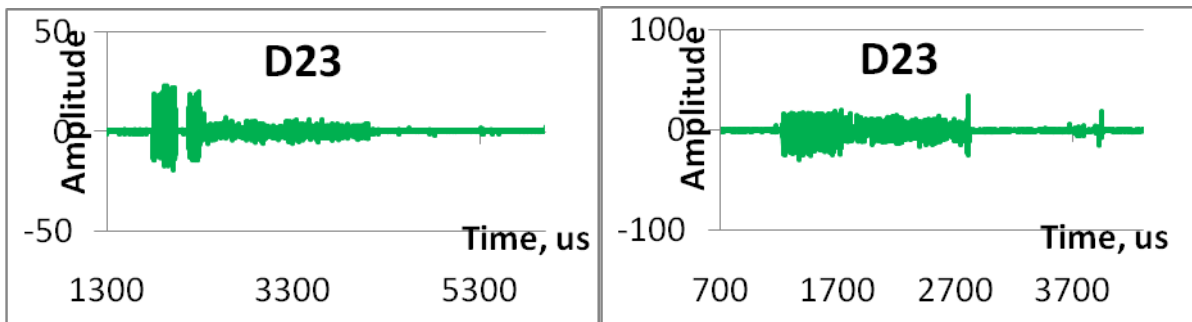


Рис. 2. Исходные осциллограммы одиночных событий датчика №23

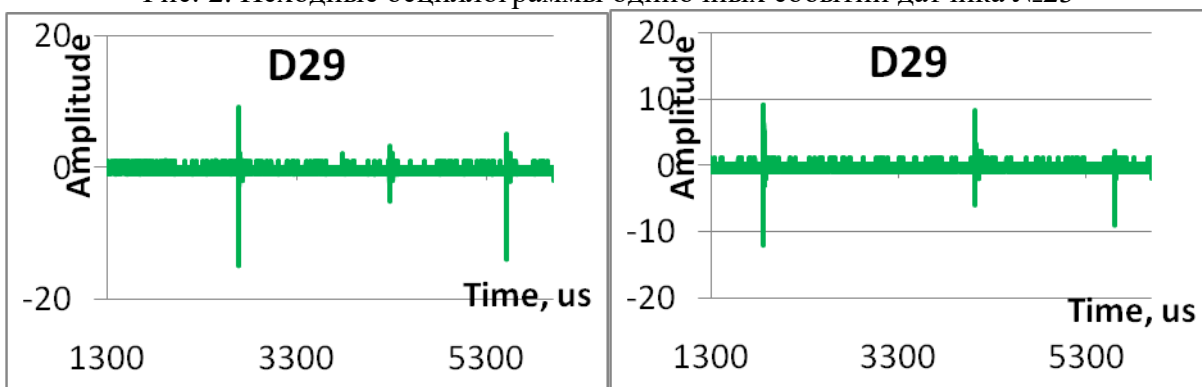


Рис. 3. Исходные осциллограммы одиночных событий датчика №29.

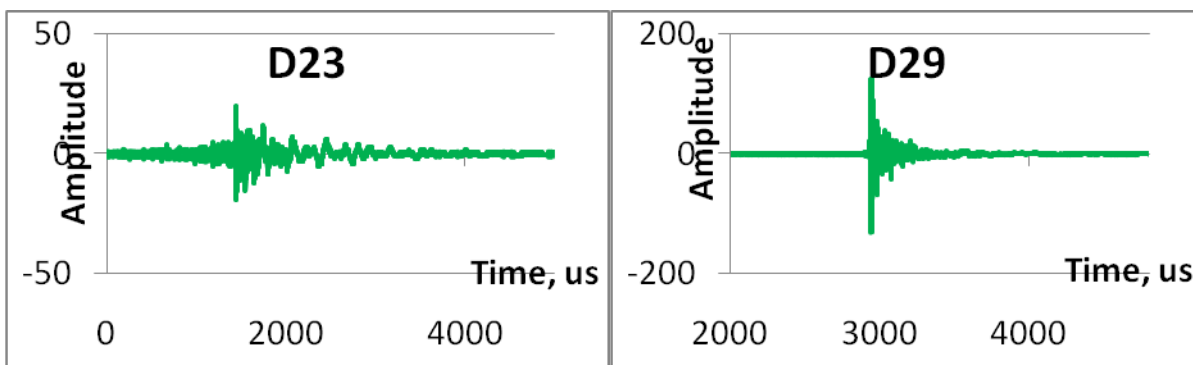


Рис. 4. Исходные осциллограммы
синхронного события 28.08.2020, 22:32:33

Таким образом, наглядно показаны отличия синхронных событий от одиночных. Энергия СПП синхронного события настолько большая, что СПП способен дойти до противоположного датчика. Обработка одиночных и синхронных событий позволит охарактеризовать состояние высоковольтной изоляции эксплуатируемой сети.

Источники

1. Хузяшев Р.Г., Кузьмин И.Л., Васильев В.Д., Тукаев С.М. Простейшие алгоритмы обнаружения сигналов переходного процесса напряжения в линиях электропередач // Известия ВУЗов. Проблемы энергетик. 2017. №7. С.45-49.

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ДУГОВОГО ПРОБОЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ДО 1 кВ

Игорь Владимирович Ившин¹, Юлия Николаевна Ерашова²,
Александр Николаевич Тюрин³,
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
³АО «ТАТЭЛЕКТРОМОНТАЖ» г. Казань
¹ivshini@mail.ru, ²turinal@rambler.ru, ³yuliya.kostina@mail.ru

Аннотация: Обоснована необходимость применения устройства защиты от дугового пробоя (УЗДП) в электрических сетях до 1 кВ. Проведен анализ существующих видов повреждений, выполнено сравнение аппаратов защиты от различных видов повреждений в электрических сетях до 1 кВ. Рассмотрены требования, предъявляемые к УЗДП, а также основные характеристики аппаратов защиты и виды исполнения. Определена область применения УЗДП в электроустановках различного назначения.

Поставлены задачи, решение которых необходимо для успешного внедрения УЗДП в России.

Ключевые слова: дуговой пробой, УЗДП, пожарная безопасность.

FEATURES OF IMPLEMENTATION OF ARC BREAKTHROUGH PROTECTION DEVICES IN ELECTRIC NETWORKS UP TO 1 kV

Igor Vladimirovich Ivshin, Alexander Nikolaevich Tyurin,
Yuliya Nikolaevna Erashova

Annotation: The necessity of using an arc fault protection device (ARC) in electrical networks up to 1 kV is substantiated. An analysis of the existing types of damage is carried out, a comparison is made of protection devices against various types of damage in electrical networks up to 1 kV. Considered are the requirements for the ultrasonic detector, as well as the main characteristics of protection devices and types of execution. The area of application of the ultrasonic detector in electrical installations for various purposes has been determined.

The tasks are set, the solution of which is necessary for the successful implementation of ultrasonic control system in Russia.

Key words: arc breakdown, ultrasonic control device, fire safety.

С момента использования электрического тока на благо человечества встал вопрос о защите человека от его негативных воздействий, а именно: поражения электрическим током, электромагнитные поля, пожары.

Согласно статистическим данным за последние годы наибольшее количество пожаров в Российской Федерации было вызвано нарушением правил устройства и эксплуатации электрооборудования (НПУиЭЭ), а в

2018 году вышло на первое место среди основных причин пожаров (рис.1) [1].

Одними из основных причин возгорания в электросетях до 1 кВ, помимо использования неисправного оборудования, являются:

- повышенное сопротивление в месте соединения проводов, в результате окисления проводов или механического ослабления их сжима;
 - несоответствующие аппараты защиты (с завышенными номинальными данными, либо с внутренними неисправностями аппарата).
- Использование автоматических выключателей позволяет отключить участок сети с имеющимся коротким замыканием (рис.2, повреждение 3,4). Установленное УЗО реагирует на ток утечки в защищаемом участке цепи (рис.2, повреждение 4).

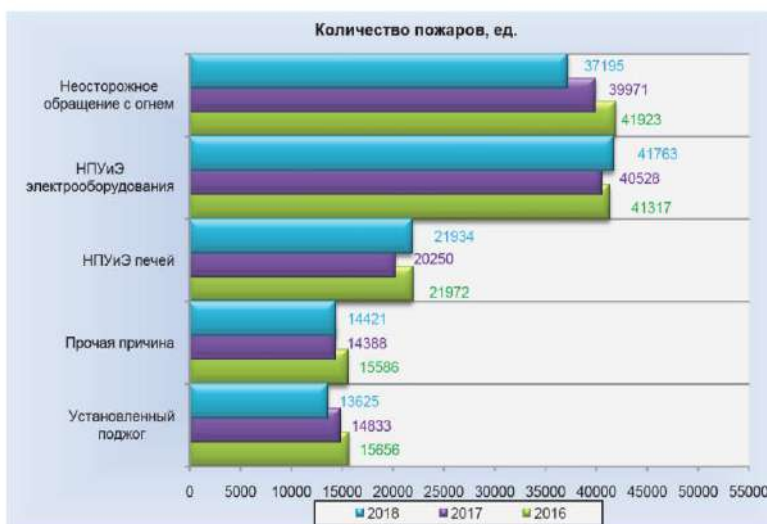


Рис. 1. Основные причины пожаров

При этом показанные на рис.2 повреждения 1,2 «плохой контакт» ни одним из известных аппаратов защиты не определяются и соответственно развиваются, пока не произойдет критический нагрев, приводящий к повреждениям оборудования и в последующем к пожарам.

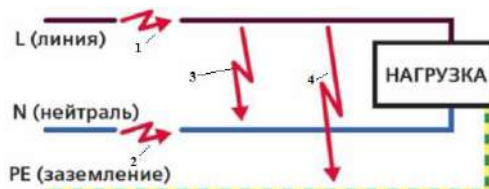


Рис. 2. Виды повреждений в электрических сетях до 1 кВ

- где 1, 2 – последовательный дуговой пробой «плохой контакт»;
3 – параллельный дуговой пробой; 4 – параллельный дуговой пробой на землю

В соответствии с документом «Основы государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года» [2] одним из основных мероприятий по обеспечению эффективного функционирования и развития пожарной охраны является разработка и внедрение инновационных технологий обнаружения пожаров в начальной фазе их возникновения.

Во многих странах внедряются устройства защиты от дугового пробоя (УЗДП) и нормативные документы, регламентирующие производство и применение устройств такого класса. Ведущие зарубежные производители: «SchneiderElectric», «ABB», «Legrand», «Siemens» и др. освоили производство данного типа устройств и поставляют свою продукцию в разные страны мира, включая Россию.

В России введен ГОСТ IEC 62606-2016 «Устройства защиты бытового и аналогичного назначения при дуговом пробое» [3] с 1 июля 2018 г., который идентичен международному стандарту IEC 62606:2013* "Устройства обнаружения короткого замыкания через дугу. Общие требования" ("*General requirements for arcfault detection devices*", IDT). Цель настоящего стандарта - установление необходимых требований и процедур испытаний для устройств, устанавливаемых квалифицированным персоналом в местах бытового и аналогичного назначения, предназначенных для снижения опасности электрического возгорания после устройства.

Согласно ГОСТ IEC 62606-2016 УЗДП должны обнаруживать:

- дуговой пробой на землю;
- параллельный дуговой пробой;
- последовательный дуговой пробой.

УЗДП могут быть разработаны изготовителем в качестве единого устройства, имеющего размыкающее устройство для отключения защищаемой цепи, или включающего в свой состав защитное устройство. Встроенное защитное устройство является либо автоматическим выключателем (АВ) или устройством дифференциального тока (УДТ). УЗДП должно быть защищено от коротких замыканий с помощью автоматических выключателей или плавких предохранителей в случае отсутствия встроенного АВ. Диапазон предпочтительных значений номинального тока УЗДП составляет от 6 до 63 А.

Функция обнаружения и ограничения опасного параллельного и последовательного дугового пробоя на землю и инициирующая срабатывание устройства, вызывающего отключение тока реализуется с помощью блока обнаружения дугового пробоя (БОДП). Данный блок

выполняется в виде платы управления, в которую введены параметры составляющих тока и напряжения. Изменение значений возможно программным способом. Каждый производитель закладывает составляющие тока и напряжения в БОДП исходя из опытных данных, а также с учетом применения УЗДП в сетях имеющих нагрузку с образованием искрения в нормальном режиме (бытовые пылесосы, кофемолки, мясорубки, фены, электродрели, перфораторы, блендеры и т.д.).

При последовательном дуговом пробое измеренное значение не должно превышать время отключения по таблице 1

Таблица 1

Предельные значения времени отключения для УЗДП на $U_n=230$ В

Испытательный ток дуги, А (действительное значение)	2 ,5	5 ,0	0,0	,0	3 2,0	63, 0
Максимальное время отключения, с	1 ,00	0 ,50	,25	,15	0 ,12	0,1 2

ГОСТ IEC 62606-2016 устанавливает необходимый перечень испытаний (или проверок) и число образцов изготовителям для сертификации устройств. После проведения вышеуказанных процедур изготовителем (либо третьей стороной, например, независимой лабораторией) сертифицированные УЗДП монтируются на объектах. Согласно п.1.8.1 «Правил устройства электроустановок (ПУЭ)» [4]: «Электрооборудование до 500 кВ, вновь вводимое в эксплуатацию, должно быть подвергнуто приемно-сдаточным испытаниям...». Требования по испытаниям УЗДП после монтажа в настоящее время отсутствуют. Также отсутствуют требования по обслуживанию данного типа устройств в процессе эксплуатации.

На сегодняшний день в России имеются производители, выпускающие устройства защиты от дугового пробоя, а именно: «ЭКОЛАЙТ» (г. Москва), «Электроавтомат» (г. Алатырь), «Меандр» (г. Санкт-Петербург) и др. Продукцию вышеуказанных производителей можно приобрести как в розницу, так и оптовыми партиями.

Несмотря на наличие возможности приобрести УЗДП в свободной продаже на сегодняшний день не разработаны требования, необходимые при проектировании, а именно:

- места установки УЗДП в щитах;
- количество УЗДП в щитах;

- характер нагрузки защищаемой УЗДП;
- предельная мощность защищаемой нагрузки УЗДП;
- наибольшая удаленность защищаемой нагрузки от УЗДП.

Область применения УЗДП достаточно широкая. Установка этих устройств возможна в электроустановках:

общественных зданий — детских дошкольных учреждений, школ, профессионально-технических, средних, специальных и высших учебных заведений, гостиниц, медицинских учреждений, больниц, санаториев, мотелей, библиотек, крытых и открытых спортивных и физкультурно-оздоровительных учреждений, бассейнов, саун, театров, клубов, кинотеатров, магазинов, предприятий общественного питания и бытового обслуживания, торговых павильонов, киосков и т.п.;

жилых зданий — индивидуальных и многоквартирных, коттеджей, дач, садовых домиков, общежитий, бытовых помещений и т.п.;

административных зданий, производственных помещений – мастерских, автомобильных заправочных станций (АЗС); автомоек, ангаров, гаражей, складских помещений и т.д.;

промышленных предприятий – предприятий по производству и распределению электроэнергии, железнодорожных предприятий, предприятий горной, нефтедобывающей, сталеплавильной, химической промышленности, взрывоопасного производства и многих других.

Исключение составляют электроустановки, отключение которых по технологии может повлечь за собой возникновение аварийных ситуаций.

Выводы

Проанализировав вышеизложенное, можно сказать, что широкое применение УЗДП в масштабах страны крайне необходимо, однако существует ряд нерешенных задач, связанных с созданием нормативных документов, разработкой системы технического обслуживания, контроля качества, технического совершенствования.

Источники

1. Пожары и пожарная безопасность. в 2018 г. Статистический сборник // Москва: ВНИИПО МЧС РФ, 2019.
2. Основы государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года. Утверждены Указом Президента Российской Федерации от 01.01.2018 № 2.
3. ГОСТ ИЕС 62606-2016. Устройства защиты бытового и аналогичного назначения при дуговом пробое. Общие требования.
4. «Правила устройства электроустановок». 7-е издание.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СУЩЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ОСЦИЛЛОГРАММ СИГНАЛОВ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА

Илюза Ильнуровна Иркагалиева¹, Рустэм Газизович Хузяшев²,

Игорь Леонидович Кузьмин³

^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹irkagalieva2001@mail.ru, ²142892@mail.ru

Аннотация: В работе рассматривается алгоритм вычисления существенных признаков осциллограмм сигналов переходного процесса. Обработка данных осуществляется с помощью языка программирования Python.

Ключевые слова: сигнал переходного процесса, частота свободных колебаний, язык программирования Python.

CALCULATION OF THE PARAMETERS OF ESSENTIAL FEATURES OF OSCILLOGRAMS OF TRANSIENT SIGNALS

Ilyuzha Ilnurovna Irkagalieva, Rustem Gazizovich Khuzyashev,

Igor Leonidovich Kuzmin

Annotation: The paper considers an algorithm for calculating the essential features of oscillograms of transient signals. Data processing is carried out using the Python programming language.

Keywords: transient signal, the frequency of free oscillations, Python programming language.

Существенные признаки - это необходимые признаки, без которых предмет не может существовать в своей качественной определенности. [1] Современные системы используют нейронные алгоритмы для определения существенных признаков, которые определяют изображение как набор точек и сравнивают с эталоном.

Программно-аппаратные комплексы, регистрируют сигналы переходных процессов (СПП) и пересылают оцифрованные значения сигналов в удаленный сервер для дальнейшей обработки. Зарегистрированная осциллограмма СПП содержит информацию о месте возникновения сигнала как во времени начала этого сигнала, так и в других параметрах – частота свободных колебаний, длительность, амплитуда.

Определение существенных признаков СПП позволяет увеличить надежность определения места повреждения в линии электропередач. К вычислениям существенных признаков СПП относится определение начала сигнала переходного процесса, размаха амплитуды, периода свободных колебаний.

При обработке мы сталкиваемся с сигналами, возникшими по разным причинам. К ним относятся плановые коммутации, аварийные коммутации, частичные разряды в изоляции электрооборудования, под действием рабочего высокого напряжения, и в воздушной атмосфере, под действием атмосферных перенапряжений.

На осциллограммах СПП плановые коммутации имеют несколько импульсов, амплитуда которых в течение СПП изменяется с высокой на низкую. При грозовых перенапряжениях перед началом СПП увеличивается шум, амплитуда сигнала в течение всего СПП остается высокой. Частичные разряды отличаются низкой частотой и высокой амплитудой размаха. Если СПП регистрируется далеко от места повреждения, частичные разряды не идентифицируются, а остальные коммутации выравниваются.

Для вычисления существенных признаков СПП нами была разработана программа на языке программирования *Python*, которая позволяет определить начало СПП, размах и период свободных колебаний. Этот язык был выбран из-за наличия в нем большого количества библиотечных программ по интеллектуальной обработке данных. [2]

Алгоритм для вычисления размаха:

- Импортирование библиотечных функции *Python* для интеллектуальной обработки данных.
- Обработка текстового файла в формате *csv* с сайта базы данных зарегистрированных осциллограмм СПП.
- Построение верхней огибающей.
- Построение нижней огибающей.
- Вычисление размаха как разность значений верхней и нижней огибающих.

Программа реализована в виде шаблона, способного обрабатывать любые файлы в формате *csv*, содержащие информацию о СПП. Библиотечные функции, использованные в алгоритме:

- *Pandas* – для работы с числовыми таблицами и временными рядами.
- *Numpy* – для манипуляции с большими массивами и матрицами.
- *Matplotlib* – для разработки двумерных графиков.
- *Seaborn* – библиотека визуализации данных.

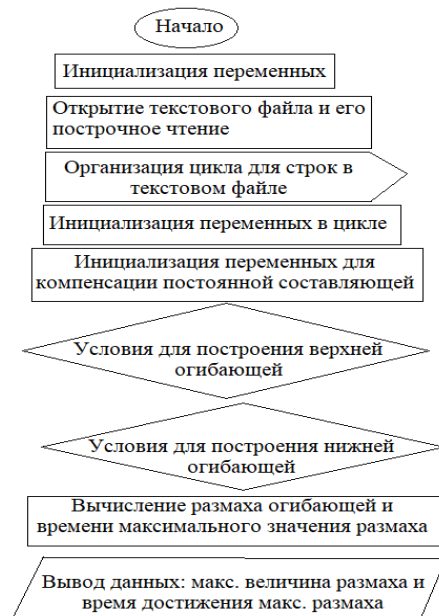


Рис. 1. Блок-схема программы

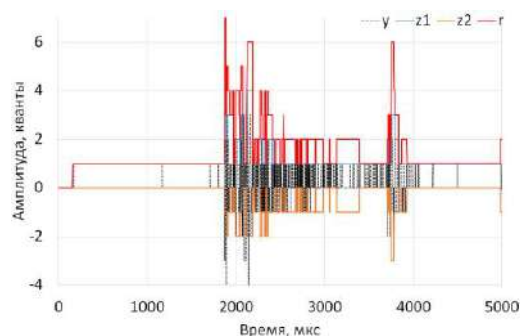


Рис. 2. Пример обработанной осциллограммы 2

Источники

1. Существенные признаки [Электронный ресурс]. Доступно по URL:https://studbooks.net/789096/filosofiya/suschestvennye_nesuschestvennye_priznaki (дата обращения: 29.10.20).
2. Язык программирования Python [Электронный ресурс]. URL: <https://www.python.org/> (дата обращения: 29.10.20).

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА РЕГУЛЯТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПОД НАГРУЗКОЙ

Александр Михайлович Маклецов¹, Ильгиз Фанзильевич Галиев²,
Рамиль Ильгизович Галиев³
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
^{1,2,3}mac.am@mail.ru

Аннотация: Представлена актуальность и состояние дел по мониторингу регуляторов напряжения под нагрузкой (РПН) силовых трансформаторов. Приводится краткое описание разработанного в КГЭУ аппаратно-программного комплекса (АПК) для мониторинга РПН, проходящего опытно-промышленную эксплуатацию в Чистопольских сетях РТ.

Ключевые слова: регулирование напряжения под нагрузкой, мониторинг, контролируемые параметры, аппаратно-программный комплекс.

MONITORING SYSTEM FOR TRANSFORMER VOLTAGE REGULATORS UNDER LOAD

Alexander Mikhailovich Makletsov, Igiz Vasilevich Galiev, Ramil Ilgizovich Galiev

Abstract: the article Presents the relevance and state of Affairs in monitoring voltage regulators under load (RPN) of power transformers. A brief description of the hardware and software complex (AIC) developed at the KGEU for monitoring RPN, which is undergoing pilot operation in the Chistopol networks of the Republic of Tatarstan, is given.

Keywords: voltage regulation under load, monitoring, controlled parameters, hardware and software complex.

Устройство регулирования напряжения силовых трансформаторов под нагрузкой (РПН) по своему исполнению является сложным и недостаточно надежным узлом силового трансформатора. В то же время авария РПН может привести к серьезному повреждению трансформатора в целом, в крайнем случае – к пожару и взрыву.

По статистике, практически 40 процентов аварий крупных трансформаторов происходит из-за критического повреждения РПН [1]. Еще несколько лет назад большинство предприятий практически не пользовались устройствами автоматического регулирования напряжения (АРН), действующими на РПН в оперативном режиме, даже несмотря на то, что определенная часть силовых агрегатов была ими оборудована с завода. Специалисты предпочитали отключать трансформаторы, переключать отпайки РПН и вновь включать трансформаторы. Это было не очень практично, поскольку данная процедура делалась только в случае сильной просадки напряжения (к примеру, в сильный мороз или жару, когда пользователи начинали массово запускать кондиционеры или

обогреватели). Такая практика имела логическое объяснение: переключающие устройства имели значительно меньший ресурс и надежность, чем сам трансформатор, и энергетики не хотели рисковать поломкой и выходом из строя всего агрегата. Мониторинг РПН вообще не проводился, поскольку на предприятиях просто отсутствовало необходимое оборудование.

Но за последние несколько лет были приняты более жесткие требования к уровню электрического напряжения и качеству электроэнергии. Также появились современные средства мониторинга, с помощью которых можно проверять соответствие регуляторов под напряжением заданным характеристикам и на ранних этапах выявлять возникающие дефекты.

Из-за наличия движущихся частей трансформаторы с РПН требуют в 3-5 раз больше трудозатрат на ремонты и обслуживание по сравнению с трансформаторами без регулирования. Этот фактор делает мониторинг состояния РПН особенно актуальным.

В качестве примера можно привести практику эксплуатации трансформаторов на подстанциях 132 кВ компании *ConEd* (Нью-Йорк), которая показала, что более 50% расходов на ремонты трансформаторов было связано с РПН. Ввод с 1993 г. системы непрерывного контроля РПН позволил увеличить число переключений до ремонта с 10 000 до 30 000 [2].

Развитие и внедрение методов и устройств для оценки состояния РПН без отключения трансформатора осуществляется во многих странах, в том числе и в России (ВЭИ, компания Вибро-Центр, г. Пермь и др.). Все методы основаны на сравнении измеряемых параметров при переключениях РПН с соответствующими параметрами, измеренными на заведомо исправном устройстве РПН после его испытаний на отключенном от силовой сети трансформаторе с помощью специальных приборов. Достаточно полный анализ применяемых методов мониторинга РПН трансформаторов приведен в [3].

Следует отметить, что в настоящее время производители встраивают системы мониторинга РПН в системы мониторинга трансформаторов в целом, что целесообразно на стадии изготовления мощных трансформаторов. Такие системы получаются достаточно дорогими. В настоящее время в электрических сетях (например, в ОО «Сетевая компания» РТ работают сотни старых трансформаторов с РПН, но без АРН, Мониторинг РПН позволяет после установки АРН оптимизировать напряжение на шинах 6-10 Кв подстанций с целью снижения потерь электроэнергии и обеспечения ее качества. При этом разработанная в

КГЭУ система нацелена только на мониторинг РПН, имеет невысокую стоимость и может быть смонтирована на любых работающих трансформаторах.

Пилотный проект разработанной АПК мониторинга в настоящее время проходит опытно-промышленную эксплуатацию на подстанции 110/10 кВ «Часовая» в Чистопольских электрических сетях РТ. Реализованная система мониторинга на подстанции «Часовая» основана, в основном, на сравнении результатов измерений при переключениях с измерениями, сделанными сразу после наладки РПН специализированной организацией, или с результатами измерений предыдущих переключений. В реальном времени измеряются следующие параметры, реализованные в существующих системах мониторинга трансформаторов:

- Ток двигателя привода РПН; вибрации при переключениях;
- Контроль температуры в шкафу привода РПН.

Кроме того разрабатываемая система предусматривает мониторинг некоторых параметров, которые не реализованы в существующих системах: осциллографирование коммутируемых токов; осциллографирование фазных напряжений на стороне 6-10 кВ.

АПК системы мониторинга состоит из узла сбора данных, GSM-модема и сервера системы мониторинга. В настоящее время используется облачный сервер *Microsoft Azure*.

Источники

1. Bengtsson T., Kols H., Leonard F. Непрерывный контроль работы РПН. Доклад СИГРЭ 12-209, 1998.
2. Boss P, Lorin P., Viscardi A., Harley J.W., Isecke J. Экономические аспекты и практический опыт непрерывного контроля состояния силовых трансформаторов. *Economical aspects and practical experiences of power transformer on-line monitoring*. Доклад СИГРЭ 12-202, 2000.
3. Алексеев Б.А. Крупные силовые трансформаторы: контроль состояния в работе и при ревизии. М.: НТФ «Энергопрогресс», 2010. 88 с.

ВОДОРОДНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Дмитрий Иванович Менделеев¹, Георгий Егеньевич Марьин²
^{1,2}АО «ТАТЭНЕРГО» филиал Казанская ТЭЦ-2, г. Казань
¹Dylankn@ya.ru, ²george64199@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрена система производства водорода возобновляемыми источниками энергии и последующим сжиганием водорода в энергетическом оборудовании. Перспективным и самым экологичным направлением на данный момент является получение водорода методом электролиза. Использование водорода в качестве топливного газа позволяет снижать выбросы в уходящих газах при работе энергетического оборудования.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, водород, электролиз, рынок электроэнергетики, водородное топливо.

HYDROGEN POWER SYSTEMS BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES

Dmitrii Ivanovich Mendeleev, Georgy Egenevich Marin

Annotation: The article discusses the system of hydrogen production by renewable energy sources and subsequent combustion of hydrogen in power equipment. Currently, the most promising and most environmentally friendly direction is the production of hydrogen using electrolysis. The use of hydrogen as a fuel gas makes it possible to reduce emissions in exhaust gases during the operation of power equipment.

Key words: renewable energy sources, hydrogen, electrolysis, electricity market, hydrogen fuel.

В настоящий момент возобновляемая энергетика постепенно становится в один ряд с традиционной энергетикой. Доля возобновляемой энергетика постоянно увеличивается. Мировой объём производства водорода с помощью электролиза воды составляет не более 3% — это объясняется высокой стоимостью по сравнению с паровой конверсией метана или газификацией угля. Но выбросы CO₂ при производстве водорода минимальны. Электролиз позволяет получать чистый водород, в то время как остальные технологии требуют дополнительной очистки водорода перед сжиганием [1-4].

Но для производства водорода методом электролиза необходимо использовать электроэнергию. Можно выделить два способа ее получения:

1) Использование электроэнергии с оптового рынка (рис.1). При данном способе необходимо учитывать выбросы парниковых газов при производстве электроэнергии.

2) Использование электроэнергии от независимого источника (рис.2). Например, малые газовые турбины или возобновляемые источники энергии.

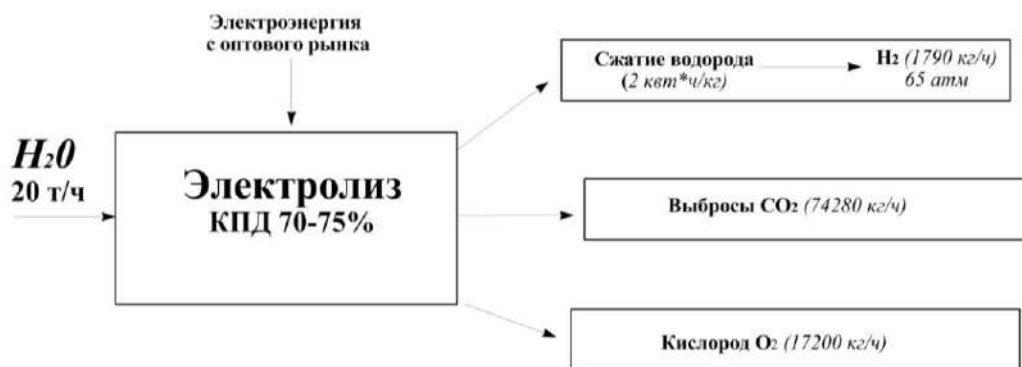


Рис. 1. Получение водорода методом электролиза с использованием электроэнергии с оптового рынка

Использование такой схемы наиболее выгодно в ночные часы, когда падает спрос на электроэнергию, и цена уменьшается на 20-30% (при этом происходит разгрузка оборудования). Производство водорода в этот период может уменьшить количество разгрузок и оборудование в этом случае будет работать в наиболее оптимальном режиме.

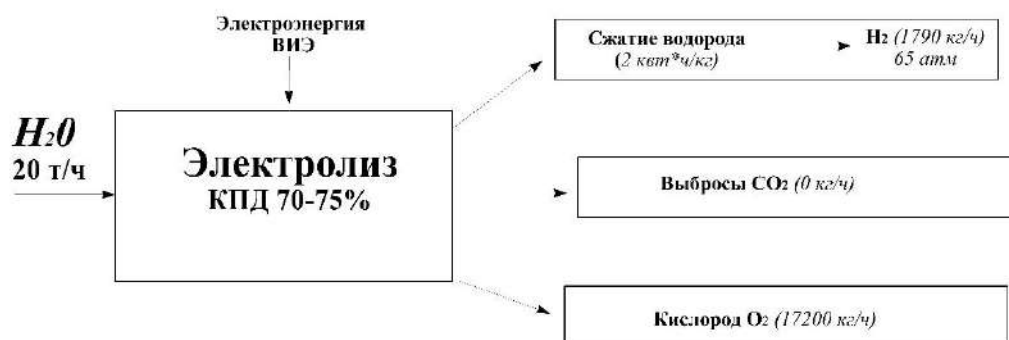


Рис. 2. Получение водорода методом электролиза с использованием электроэнергии возобновляемых источников

Применение технологий ВИЭ для производства водорода можно разделить на два направления:

- 1) Электролиз с помощью солнечных панелей;
- 2) Электролиз с помощью ветроустановок.

Если рассматривать первый вариант, то необходимо учитывать эффективность излучения — это приводит к низкому коэффициенту использования установленной мощности. Период солнечной активности приходится на дневные часы, когда стоимость электроэнергии самая

высокая. Поэтому более целесообразно использовать энергию ветра, так как у ветроэнергетики существуют только в основном сезонные ограничения. В ночные часы при уменьшении спроса на электроэнергию применение электролиза позволит работать ветроэнергоустановкам в базовом режиме и при получения водорода электролизом и получая энергию с помощью ветроустановок выбросы CO₂ будут минимальны.

В изолированных и труднодоступных районах существует проблема доставки и подготовки топлива для энергетического оборудования. Отсутствие необходимости строить систему топливоподачи позволит вытеснить традиционную энергетику. В таких системах ВИЭ генерируют электроэнергию постоянно, а традиционная энергетика работает в пиковом режиме с периодическими включениями в сеть. Поэтому можно предположить, что накопление водорода, а затем последующее использование в энергетическом оборудовании будет эффективно. Например, в газотурбинных установках водород можно сжигать, как в чистом виде, так и подмешивая к природному газу.

Таким образом, система производства водорода при помощи электролиза, питающаяся энергией ВИЭ является перспективной на данный момент. А постепенное снижение стоимости технологий ВИЭ в связи с распространением импортозамещения позволит снизить конечную стоимость водорода.

Источники

1. Kayfeci M., Keçebaş A., Bayat M. Hydrogen production // Solar Hydrogen Production: Processes, Systems and Technologies. , 2019.
2. Marin G.E., Mendeleev D.I., Akhmetshin A.R. Analysis of Changes in the Thermophysical Parameters of the Gas Turbine Unit Working Fluid Depending on the Fuel Gas Composition // International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon) (Vladivostok, 1-4 October 2019). Vladivostok: IEEE, 2019. P. 1-4. doi: 10.1109/FarEastCon.2019.8934021.
3. Chiesa P., Lozza G., Mazzocchi L. Using hydrogen as gas turbine fuel // J. Eng. Gas Turbines Power. 2005.
4. Marin G. E., Osipov B. M., Mendeleev D. I. Research on the influence of fuel gas on energy characteristics of a gas turbine // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2019;124:05063.

ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ПОТЕРЬ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПОДСТАНЦИЙ

Тиен Нгуен¹, Камиль Хабибович Гильфанов²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
^{1,2}nguyentien.tuson@gmail.com

Аннотация: Представлены результаты сравнительной оценки технико-экономических показателей систем теплоснабжения на основе рекуперации тепла потерь трансформаторов подстанций. Расчеты выполнены для четырех сценариев возврата тепла потерь. Если система отопления работает в течение 50% года, система рекуперации тепла на основе теплового насоса обеспечивает срок окупаемости менее 4 лет.

Ключевые слова: потери энергии трансформаторов, подстанции, сценарии рекуперации тепла, технико-экономические показатели.

ASSESSMENT OF TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF HEAT SUPPLY SYSTEMS BASED ON HEAT RECOVERY LOSSES OF SUBSTATION TRANSFORMERS

Tien Nguyen, Kamil Khabibovich Gilfanov

Abstract: The abstracts present the results of evaluating the technical and economic indicators of heat supply systems based on heat recovery from substation transformers. The calculations were performed for four scenarios of heat loss recovery. If the heating system is running for 50% of the year, the heat pump based heat recovery system provides a payback period of less than 4 years.

Key words: energy losses of transformers, substations, scenarios of heat recovery, technical and economic indicators.

Отбор и утилизация тепла трансформатора, в том числе для обогрева общеподстанционных пунктов управления является одним из путей энергосбережения. Выгода в утилизации тепла заключается в снижении затрат на внутренние нужды предприятия (на отопление помещений) и повышении ресурса трансформаторной подстанции за счет снижения температуры масла [1]. Инвестиции включают стоимость оборудования, монтажа, электроэнергии и обслуживания.

Стоимость электроэнергии. Существует очевидное прямое влияние цены на электроэнергию на эксплуатационные расходы и, следовательно, на эффективность системы утилизации тепла. Поэтому колебания цен на энергоносители могут либо увеличивать или уменьшать время окупаемости инвестиций. Цены на электроэнергию

определяют эксплуатационные расходы на электронагревателей и тепловых насосов. Исходные цены на электричество 3,78 руб./кВт·ч.

Стоимость оборудования. Тепловые насосы значительно дороже, чем бойлеры и электрические подогреватели, соответственно несут основное бремя затрат в привлекательности инвестиций в системы рекуперации тепла.

Монтаж. Установка тепловых насосов может быть значительно дороже, чем традиционного отопительного оборудования [2].

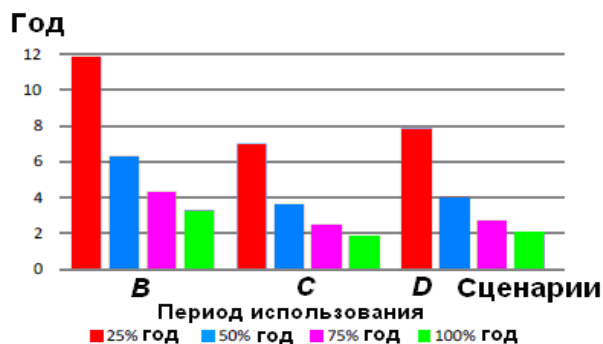
Обслуживание. Обычно затраты на техническое обслуживание пропорциональны инвестициям и влияют непосредственно на получаемые выгоды. Затраты на техническое обслуживание системы утилизационного отопления значительно могут снизить экономические показатели[3].

Процент нагрузки трансформатора принята 70% мощностью 15 MVA. Естественно, и другие характеристики трансформатора и объекта отопления будут влиять на уровни возврата тепла. Это важно для калибровки и проектирования адекватных систем рекуперации тепла, а также для экономических показателей.

Время работы системы отопления. Чем продолжительнее время работы системы утилизационного отопления в течение года, тем будет больше возможностей для экономии эксплуатационных расходов и соответственно меньше времени на возврат инвестиций. Тепловая нагрузка на отопление помещений значительно варьируются в течение года, и возможны излишки восстановленного тепла. Поэтому в эти периоды необходимо использовать воздушные системы охлаждения трансформатора. Следует иметь в виду, что появились возможности использования систем рекуперации тепла для горячего водоснабжения в летнее время и аккумулялирование тепла на ограниченное время [4].

Оценка экономических показателей рекуперации тепла проводится путем сравнения альтернативных схем отопления помещений при различных сценариях с использованием электродкотла подогревателя или теплового насоса с/без утилизации тепла. Номинальная мощность трансформатора 15 MVA, процент загрузки 70%, температура воды на входе промежуточного теплообменника 7,7°C, коэффициент эффективности цикла теплового насоса 60%, процент рекуперации тепла 80%. Температура воды на входе стандартных радиаторов равна 55 °C. Выполнены четыре варианта расчета с учетом времени, в течение которого система отопления используется в течение года. Сценарии предполагают отопление помещения электродкотлом (А) или тепловым

насосом (*B*, *C*, *D*), с рекуперацией тепла потерь при постоянном (*C*) и уменьшенном на 20 % расходе (*D*). Расчетные сроки окупаемости инвестиций, полученные для различных сценариев рекуперации тепла представлены на рис. 1.



Сроки окупаемости различных сценариев рекуперации тепла

Сроки окупаемости в ресурсосберегающие системы отопления, рассчитываются путем сравнения сроков окупаемости с электродкотлами, при этом учитываются эксплуатационные затраты с дополнительными инвестиционными затратами, необходимыми для установки теплового насоса и оборудования рекуперации тепла.

Можно заметить, что если система отопления работает в течение 50% года, система рекуперации тепла на основе теплового насоса обеспечивает срок окупаемости менее 4 лет.

Источники

1. Mohammadali Salari, Pascal Bayrasy, Klaus Wolf «Thermal analysis of a three phase transformer with coupled simulation» <https://www.researchgate.net/publication/276057920>.

2. Тепловой насос – это шаг в будущее независимой энергетики. <http://www.geoteplo.com.ua>

3. Гридин С.В., Петренко А.Ф. Энергоэффективность способов утилизации отработанного тепла систем охлаждения силовых трансформаторов // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2013. № 7. С. 11-18.

4. Winteler C., Dott R., Afjei T., and Hafner B. (2014). Heat pump, solar energy and ice storage systems - modelling and seasonal performance. 11th IEA Heat Pump Conference 2014, May 12-16 2014, Montreal (Quebec) Canada.

ПРЕИМУЩЕСТВА ЗАМЕНЫ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА

Михаил Михайлович Романцов¹, Алла Григорьевна Логачева²
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹misharomansov01@gmail.com, ²logacheva.alla@kgeu.ru

Аннотация: Для большинства подстанций энергосистемы России характерно использование в системах оперативного постоянного тока накопителей энергии на базе свинцовых аккумуляторных батарей. Мировой опыт построения энергетических объектов, не требующих частого обслуживания, показывает преимущества аккумуляторных батарей на базе литий-ионной технологии. В то время как литий-ионные аккумуляторные батареи обладают лучшими техническими характеристиками, капитальные вложения в такие системы выше, чем в системы на основе свинцовых аккумуляторов. Проведенные нами расчеты, основанные на стоимости литий-ионных и свинцовых накопителей, показали, что при продолжительной эксплуатации литий-ионные батареи более экономичны.

Ключевые слова: система оперативного постоянного тока, литий-ионные аккумуляторы, свинцовые аккумуляторы, накопители, батареи.

ADVANTAGES OF ENERGY STORAGE REPLACEMENT IN DC AUXILIARY SYSTEMS

Mikhail Mikhailovich Romantsov, Alla Griroryevna Logacheva

Abstract: Most substations are characterized by the use of lead-based energy storage devices in DC auxiliary systems. World experience in building energy facilities that do not require frequent maintenance shows the advantages of lithium-ion batteries. While lithium-ion batteries have better technical characteristics, capital investment in such systems is higher than in systems based on lead-based batteries. Our calculations based on the cost of lithium-ion and lead storage devices have shown that when the energy storage system is in operation for long time, replacing lead-based batteries with lithium-ion batteries can be economically justified.

Keywords: DC auxiliary systems, lithium-ion batteries, lead-acid batteries, storage devices, batteries.

Энергетика – один из важнейших факторов развития страны, по положение дел в этой отрасли по большей частью можно судить об общем уровне экономического развития страны. Направления трансформации в энергетике показаны на рис.1. В данной статье рассматривается направление модернизации на примере замены оборудования на цифровых подстанциях в системах оперативного постоянного тока (СОПТ), а именно замена свинцовых аккумуляторных батарей на литий-ионные [1].



Рис. 1. Направления трансформации энергетики

Термин «модернизация» обозначает процесс изменения чего-либо в соответствии с требованиями современности, переход к более совершенным условиям, с помощью ввода разных новых обновлений [2]. Одна из основных задач современных энергетиков, это вовремя анализировать и внедрять новые технологии в энергосистему страны. Степень цифровизации объектов энергетики растет с каждым годом, растет количество цифровых подстанций (ЦПС). Неотъемлемой частью подстанции является СОПТ. СОПТ обеспечивает питание терминалов релейной защиты, противоаварийной автоматики, АСУТП и цепей управления коммутационными аппаратами, автоматики и сигнализации [3]. Пример состава СОПТ показан на рис.2.

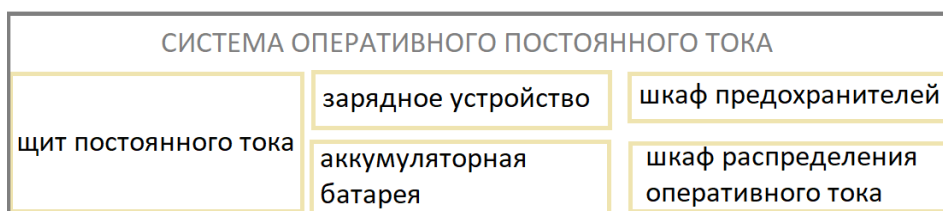


Рис. 2. Пример состава оборудования системы оперативного постоянного тока

Одним из основных элементов СОПТ является аккумуляторная батарея. В большинстве российских ЦПС используются свинцовые аккумуляторы, но мировой опыт построения энергетических объектов, не требующих частого обслуживания, показывает преимущества аккумуляторных батарей на базе литий-ионной технологии.

Расчет удельной стоимости систем хранения энергии на базе свинцовых батарей (технологии *GEL* и *AGM*) и литий-ионных (технология *LFP*) относительно количеству циклов заряда-разряда в течение гарантированного срока службы. На рис.4 показаны название моделей, выбранных для анализа.

Преимущества:	Недостатки:
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> малые размеры и вес - в 4 – 10 раз ниже; <input type="checkbox"/> нетоксичны – нет проблем при утилизации; <input type="checkbox"/> пожаро- и взрывобезопасны; <input type="checkbox"/> нечувствительны к температуре эксплуатации; <input type="checkbox"/> низкое значение поляризационного потенциала; 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> нельзя эксплуатировать в состоянии заряда 100 %, для чего необходимо применять специальные меры;

Рис. 3. Преимущества и недостатки литий-ионных аккумуляторов



Рис. 4. Модели аккумуляторов

Согласно расчету, литий-ионные аккумуляторы при большей начальной стоимости будут экономически выгоднее при длительной эксплуатации.

Источники

1. World Smart Energy Summit Russia – ключевое мероприятие об умной энергетике // Доступно по URL: <https://novostienergetiki.ru/world-smart-energy-summit-russia-klyuchevoe-meropriyatie-ob-umnoj-energetike/>.

2. Модернизация // investments.academic.ru Доступно по URL: <https://investments.academic.ru/1177/Модернизация>.

3. Система оперативного постоянного тока (СОПТ) // [Cheaz.ru](https://www.cheaz.ru). Доступно по URL: <https://www.cheaz.ru/products/lvd/power/sopt.html>.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Юлия Валерьевна Сопина¹, Дмитрий Иванович Менделеев²,
Георгий Евгеньевич Марьин³

¹АО «ТАТЭНЕРГО» филиал Казанская ТЭЦ-1, г. Казань

^{2,3}АО «ТАТЭНЕРГО» филиал Казанская ТЭЦ-2, г. Казань

¹julia.sjv97@yandex.ru, ²Dylankn@ya.ru, ³george64199@mail.ru

Аннотация: В настоящее время для изолированных систем существует проблема высокой себестоимости электрической и тепловой энергии – это объясняется высокой стоимостью доставки энергоносителей, а также сложными климатическими условиями. Самой же большой проблемой изолированных систем является надежность снабжения и выполнение графиков электрической нагрузки. Внедрение источников генерации на основе возобновляемых источников является перспективным направлением. В работе рассмотрены перспективы внедрения ВИЭ в Камчатском крае.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, распределенная генерация, режимы работы станции, рынок электроэнергии.

PROBLEMS AND PROSPECTS OF POWER SUPPLY OF ISOLATED POWER SYSTEMS

Yulia Valerievna Sopina, Dmitrii Ivanovich Mendeleev,
Georgy Egeevich Marin

Annotation: Currently, for isolated systems, there is a problem of high prime cost of electric and thermal energy – this is explained by the high cost of delivery of energy carriers, as well as difficult climatic conditions. The biggest problem with isolated systems is supply security and compliance with electrical load schedules. The introduction of generation sources based on renewable sources is a promising direction. The paper considers the prospects for the introduction of renewable energy sources in the Kamchatka Territory.

Key words: renewable energy sources, distributed generation, plant operation modes, electricity market.

В настоящее время применение возобновляемых источников энергии (ВИЭ) становится актуальным направлением развития электроэнергетики [1-3]. Основными потребителями возобновляемых источников энергии являются такие, которым необходима небольшая генерируемая мощность (10-15 МВт) и в основном они находятся в изолированных системах или труднодоступных регионах. Слабая транспортная инфраструктура, тяжелые погодные условия приводят к росту стоимости выработки электроэнергии и эксплуатации оборудования. Применение ВИЭ позволит уменьшить транспортную составляющую в производстве электроэнергии[4-5].

В качестве рассматриваемой изолированной системы выбран полуостров Камчатка (Камчатский край). На рис. представлена схема проведения исследования для определения и обоснования применения ВИЭ. Экономическая эффективность внедрения возобновляемых источников энергии судя по тарифам в рассматриваемом регионе при внедрении ВИЭ неоспорима. Это и подтверждают многие уже действующие проекты на полуострове. Одним из перспективных направлений ВИЭ на полуострове – геотермальные источники энергии. На данный момент уже есть действующие геотермальные электрические станции. Ярким примером является Мутновская ГеоЭС. За 2007 год геотермальная ЭС выработала 413 млн. кВт*ч. Это позволило сократить использование 90,5 тыс. тонн мазута и снизить затраты на доставку топлива в пределах 905 млн.рублей. Это с учетом цен в 2007 году.



Схема проведения исследования для определения и обоснования применения ВИЭ

Также актуальное направление – строительство приливной электрической станции в Пенжинской губе Охотского моря, которая может претендовать на самую большую установленную мощность – от 85 ГВт. Высота приливов в этом районе составляет от 9 м и может достигать до отметки 12,9 м. За сутки через бассейн бухты расходуется в 20-30 раз больше воды чем в устье самой большой в мире реки Амазонки. Этим и обусловлена огромная установленная мощность приливной электрической станции.

Средняя скорость ветра в некоторых районах Камчатки позволяет внедрять и модернизировать уже существующие ВЭС. Так в селе Никольское скорость ветра в среднем достигает от 5,5-7,7 м/с, в поселке Озерновский – 3,6-7,1 м/с. Ветровые электрические станции в некоторых из этих районов

уже внедрены и доказывают свою эффективность. Например, за 2018 год только ВЭС Камчатского края было выработано 8,8 млн кВт*ч.

Солнечные электрические станции практически не распространенное направление на Камчатском полуострове. Предполагается постройка в селе Долиновка СЭС с резервом в виде дизель-генераторной установки. Установленная мощность первой очереди предполагается 20 кВт, которая может быть повышена до 80 кВт.

В результате проведенного исследования можно сказать, что ВИЭ на примере полуострова Камчатка весьма перспективное направление. Их внедрение позволит повысить надежность за счет генерации рядом с источником энергии. Конечно, нельзя полностью отказаться от резервной генерации в виде ТЭЦ или дизельных станций, но можно позволить существенно сократить издержки как на само топливо, так и на его доставку.

Источники

1. Глотов А.В., Меркульева А.А. Проблемы и перспективы развития изолированных энергосистем Дальнего Востока: на примере энергосистемы Республики Саха (Якутия) // Вестник МФЮА. 2017. №1.

2. Менделеев, Д.И., Марьин, Г.Е., Ахметшин, А.Р. Показатели режимных характеристик парогазового энергоблока ПГУ-110 МВт на частичных нагрузках // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2019. Т. 11. № 3(43). С. 47-56.

3. Шкрадюк И. «Сравнительная эколого-экономическая оценка вариантов энергообеспечения Камчатского края» Москва, Ярославль. 2015.

4. Мирчевский. Ю. 2016. Опыт строительства ветро-дизельных комплексов на изолированных территорияхДФО. г. Якутск. IV Международная Конференция «Развитие возобновляемой энергетики на Дальнем Востоке России». 9 июня 2016 г. г. Якутск, 2016.

5. Mendeleev D.I., Marin G.E., Akhmetshin A.R. Improving the efficiency of combined-cycle plant by cooling incoming air using absorption refrigerating machine // International Scientific Electric Power Conference - 2019: Series: Materials Science and Engineering: IOP Conference. 2019;643(1):012099. doi: 10.1088/1757-899X/643/1/012099.

Секция 9. КОНТРОЛЬ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ

УДК 621.314

АНАЛИЗ ВИБРАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСФОРМАТОРА ТМН 6300 35/6 кВ С ПОМОЩЬЮ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ЛАЗЕРНОГО ВИБРОМЕТРА

Василий Романович Басенко¹, Марат Фирденатович Низамиев²,
Игорь Владимирович Ившин³
^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
^{1,2,3}vasiliybas123@mail.ru

Аннотация: В работе рассмотрен контрольно-измерительный комплекс (КИК), с помощью которого проведены измерения параметров вибрации трансформатора ТМН 6300 35/6 кВ под нагрузкой. Построен амплитудно-частотный спектр виброскорости для трех фаз трансформатора.

Ключевые слова: контрольно – измерительный комплекс, лазерный виброметр, силовой трансформатор, контроль технического состояния.

ANALYSIS OF VIBRATION PARAMETERS OF TRANSFORMER TMN 6300 35/6 KV WITH THE USE OF A CONTROL AND MEASURING COMPLEX BASED ON A LASER VIBROMETER

Vasily Romanovich Basenko, Marat Firdenatovich Nizamiev,
Igor Vladimirovich Ivshin

Annotation: The paper considers the control and measuring complex (CMC), with the help of which the vibration parameters of the TMN 6300 35/6 kV transformer under load were measured. The amplitude-frequency spectrum of vibration velocity for three phases of the transformer has been constructed.

Keywords: control and measuring complex, laser vibrometer, power transformer, technical condition control.

Наиболее важной частью трансформатора является его активная часть, а именно магнитопровод и обмотки. Состояние магнитопровода контролируется по его степени опрессовки, а состояние обмоток контролируется по степени их натяжения. Современные методики виброакустического контроля предполагают проведения измерений с помощью контактных датчиков вибрации, которые имеют ряд недостатков, а именно, необходимость отключения оборудования, трудоемкость измерений, наличие механического контакта и т.д.

Решить данные проблемы позволяет проведение бесконтактных измерений с помощью лазерных виброметров. Для этого предлагается КИК на основе лазерного виброметра. Структура КИК представлена на рис. 1.

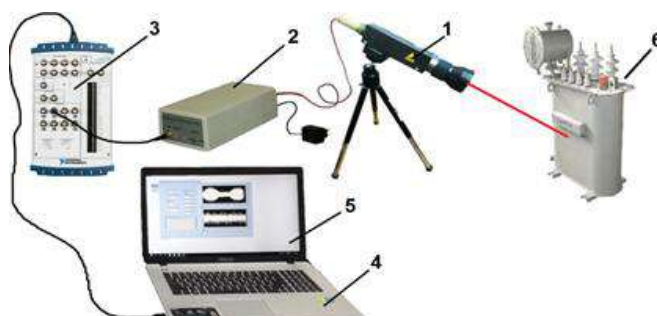


Рис. 1. Схема контрольно-измерительного комплекса: 1 – лазерный виброметр; 2 – АЦП; 3 – многофункциональный модуль ввода-вывода; 4 – персональный компьютер; 5 – программное обеспечение; 6 – силовой трансформатор

С помощью данного комплекса были проведены измерения параметров вибрации маслонаполненного трансформатора ТМН 6300 35/6 кВ. Месторасположения точек измерения показаны на рис. 2.

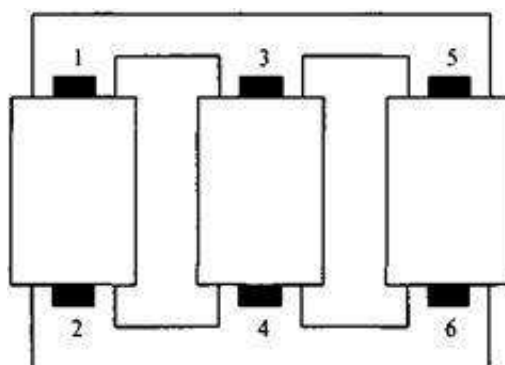


Рис. 2. Место расположение точек измерений параметров вибрации трансформатора ТМН 6300 35/6 кВ

Результаты измерений представлены ниже в виде амлитудно - частотных характеристик вибрации бака трансформатора для верхних точек фаз *A, B, C*.

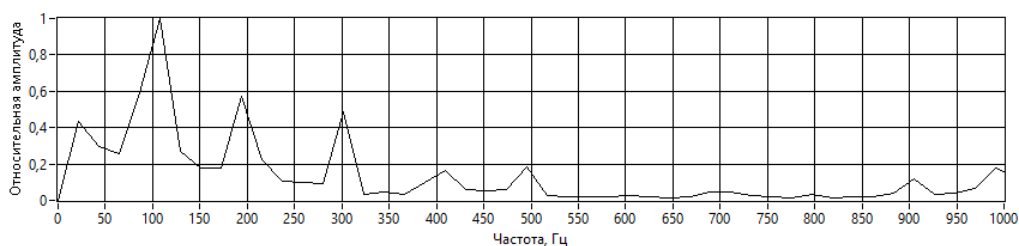


Рис. 3. Измерение в точке 1, фаза А

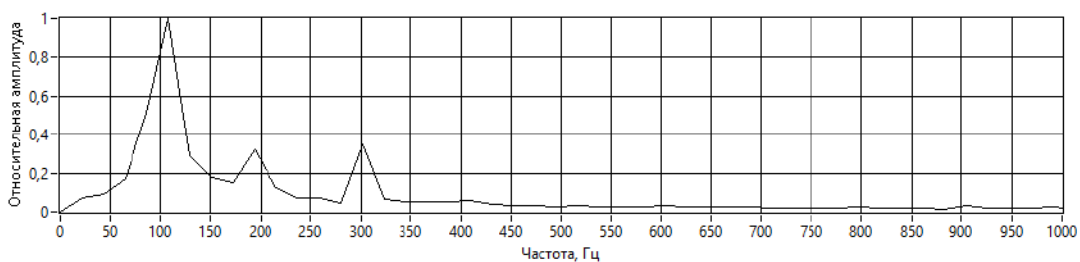


Рис. 4. Измерение в точке 3, фаза В

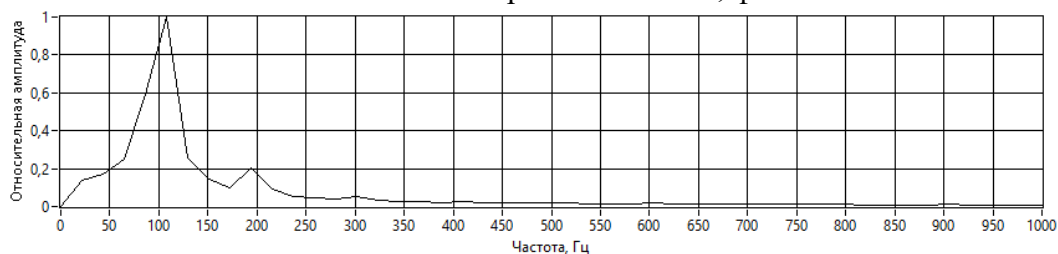


Рис. 5. Измерение в точке 5, фаза С

По данным измерениям можно сделать следующие выводы:

- информативными частотами являются частоты 100 Гц, 200 Гц, 300 Гц, 400 Гц и 500 Гц, но данные частоты имеют отклонения по причине передачи вибрации через вязкую масляную среду
- для данного трансформатора имеются большие амплитуды в фазе А на частотах 200 и 300 Гц, что может говорить о начале развития дефекта.

Источники

1. Измерительно-диагностический комплекс для диагностики энергетических установок / М.Ф. Низамиев, И.В. Ившин, О.В. Владимиров, Ю.В. Ваньков // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2014. №3-4. С. 108-113.
2. Низамиев М.Ф., Ившин И.В., Максимов В.В., Билалов Ф.Ф. Измерительно-диагностический комплекс для контроля технического состояния электротехнического оборудования // Электрика. 2015. №6. С.18-25.
3. Басенко В.Р., Низамиев М.Ф. Анализ вибрационных сигналов силового трансформатора с применением лазерного измерительно-

диагностического комплекса // «ЭНЕРГИЯ-2020» - Пятнадцатая всероссийская (седьмая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. Сборник материалов конференции.

4. Петрухин В.В., Петрухин С.В. Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации: учебное пособие. Москва: Инфра-Инженерия, 2010. С.176.

ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКОВ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Артем Хачикович Калайджян, Алексей Николаевич Цветков
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань
230997ТЕМА@mail.ru

Аннотация: В статье рассматривается возможность использования датчиков тока для мониторинга состояния систем электроснабжения. Описана проблема контроля параметров системы электроснабжения и в качестве решения проблемы рассмотрено использование датчиков тока и напряжения. Рассмотрен принцип их работы, виды и преимущества использования.

Ключевые слова: мониторинг, датчик тока, датчик напряжения, эффект Холла, магниторезистивный датчик.

APPLICATION OF CURRENT AND VOLTAGE SENSORS FOR MONITORING THE STATE OF POWER SUPPLY SYSTEM

Artyom Khachikovich Kalaydzhyan, Alexei Nikolaevich Tsvetkov

Annotation: The article discusses the possibility of using sensors to monitor the state of power supply systems. The problem of monitoring the parameters of the power supply system is described and the use of current and voltage sensors is given as a solution to the problem. The principle of their work, types and advantages of use are considered.

Keywords: monitor, current sensor, voltage sensor, Hall effect, magnetoresistive sensor.

На сегодняшний день большинство промышленных предприятий стремятся к цифровизации и автоматизации технологических процессов и внутризаводских систем распределения электроэнергии. При этом широко внедряются SCADA-системы, способные собирать, хранить и обрабатывать информацию о параметрах электрооборудования, и представлять эту информацию в удобном для человека виде. Но таким системам крайне необходима оперативная и достоверная информация о состоянии системы, получаемая с помощью датчиков.

Датчики являются нижним уровнем системы диспетчеризации. Они собирают информацию о параметрах оборудования и передают эту информацию на преобразователь, который преобразует входящую информацию к диапазону, удобному для считывания контроллером. Контроллер преобразует входящий сигнал в цифровой, и передает на верхний уровень – на АРМ диспетчера. На рис.1 представлена функциональная схема процесса сбора и передачи информации.

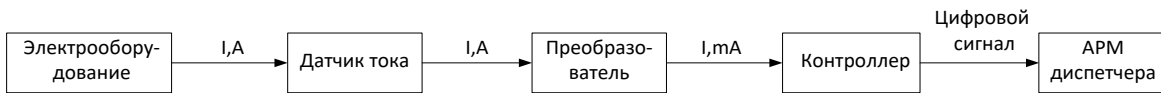


Рис. 1. Функциональная схема, описывающая процесс сбора и передачи информации

Датчик тока и датчик напряжения преобразуют текущие значения тока и напряжения контролируемой цепи (ЭЦ) в сигнал, у которого носителем информации обычно является унифицированный сигнал напряжения или тока. Далее сигнал передается на приемник информации (ПИ). В состав датчика входят чувствительный элемент (ЧЭ), входной усилитель (ВУ), устройство гальванической развязки (потенциальный разделитель – ПР), нормирующий усилитель (НУ). Обобщенная структурная схема датчика тока и датчика напряжения представлена на рис. 2. [1].

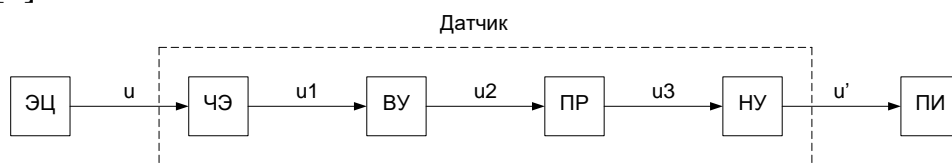


Рис. 2. Обобщенная структурная схема датчика тока и датчика напряжения

Существует множество методов измерения тока, однако наиболее используемыми в промышленности являются резистивные датчики, датчики на основе эффекта Холла и датчики на основе трансформаторов тока.

Резистивные датчики обладают высокой точностью и низкой стоимостью. Однако эти датчики не имеют гальванической развязки и у них ограниченная полоса пропускания (вследствие влияния индуктивности мощных резисторов) [2].

Датчики на основе трансформаторов тока работают на сетевой частоте, следовательно, могут использоваться только в цепях переменного тока. К достоинствам таких датчиков можно отнести гальваническую развязку с высоким пробивным напряжением, отсутствие необходимости использования дополнительного источника питания. Недостатком этих датчиков является насыщение сердечника при наличии в первичном токе постоянной составляющей, что приводит к ухудшению точности преобразования. Для устранения недостатка при изготовлении сердечника стараются использовать материалы с высокой магнитной проницаемостью.

Однако, у любого типа датчика имеется один недостаток – это необходимость применения всевозможных преобразователей аналоговых сигналов в цифровые для их дальнейшей передачи и обработки. Это влечет за собой требование по установке систем промежуточного сбора и

преобразования информации, в качестве которых обычно применяют аналогово-цифровые преобразователи или контроллеры с аналоговыми входами, в которых происходит только оцифровка сигнала и иногда небольшая обработка. Это в свою очередь влечет за собой необходимость дополнительных затрат и увеличения стоимости систем.

На ряду с применением в системах *SCADA* собственных датчиков, имеется возможность использования уже имеющихся датчиков, установленных в системе электроснабжения. Этими устройствами, например, могут быть счетчики электроэнергии, устройства релейной защиты, электроприводы и другие. При этом появляется возможность получения информации о состоянии системы уже в готовом, оцифрованном виде удобном для передачи и дальнейшей обработки. Получить данную информацию можно интегрировав каналы связи устройств, получающих и преобразующих информацию в систему *SCADA*.

Заключение

Датчики тока и напряжения широко применяются в качестве измерительных устройств. Они считывают параметры оборудования с высокой точностью и в режиме реального времени, что позволяет постоянно контролировать состояние оборудования. Но преобразование информации, полученной от датчиков, требует применения дополнительных устройств. Однако, путем интегрирования каналов передачи информации от имеющихся в системе устройств измерения, в систему диспетчеризации позволит в значительной степени снизить затраты на внедрение системы *SCADA* в распределительную сеть промышленного предприятия.

Источники

1. Тырва В.О. Электрические и электронные аппараты. Часть 2. Аппараты электроприводов и распределительных устройств низкого напряжения: учебное пособие. СПб.: ФГО ВПО СПГУВК, 2010. С.175-176.
2. Данилов А. Современные промышленные датчики тока // Современная электроника. 2004. № 10. С.1.

Секция 10. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ В ЖКХ

УДК 66.074/ББК 35.20

К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ БИОГАЗА СЕПАРАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Ильсаф Фаилевич Ахметгалиев¹, Александр Евгеньевич Кондратьев²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹info.ahmet@yandex.ru, ²aekondr@mail.ru

Аннотация: Очистка биогаза от нежелательных примесей сепарационным методом разделения газов с использованием сверхзвукового сепаратора.

Ключевые слова: биогаз, сопло Лавалья, метан, сверхзвуковой, сепаратор.

ON THE ISSUE OF BIOGAS PURIFICATION BY SEPARATION METHOD

Ilisaf Failevich Akhmetgaliev, Alexandr Evgenyevich Kondratyev

Annotation: Purification of biogas from undesirable impurities by the separation method of gas separation using a supersonic separator.

Keywords: biogas, Laval nozzle, methane, supersonic, separator.

Биогазовые технологии получили широкое применение в сельскохозяйственном секторе многих стран как альтернативный способ получения полезного топливного ресурса, а также в качестве решения некоторых экономических и экологических проблем.

Биогаз получают как продукт разложения органических отходов в процессе метанового брожения. Основными компонентами биогаза являются: метан (CH_4) - около 60%; углекислый газ (CO_2) - 35%; сероводород (H_2S) - 2%; аммиак (NH_3) - 1%; и др. Физические свойства основных компонентов биогаза представлены в табл. 1.

Метан, попадая в атмосферу, задерживается в ней значительно дольше углекислого газа, что является одной из причин развития проблемы глобального потепления [1]. Экономический аспект получения биогаза заключается в том, что биогаз является дешевым и доступным видом альтернативного топлива. Применение биогаза решает достаточно широкий спектр проблем, но в то же время требует достаточно больших затрат на системы очистки, т.к. полученный в метантеках газ содержит различные коррозионно активные примеси.

Основные компоненты биогаза

Газ	Формула	Молекулярная масса, г/моль	Температура кипения, °С	Критические условия	
				Температура, °С	Давление, МПа
Метан	CH ₄	16,04	-161,5	-82,5	4,491
Углекислый газ	CO ₂	44,01	-78	-31	7,38
Сероводород	H ₂ S	34,08	-60	100,5	9,007
Аммиак	NH ₃	17,03	-33,34	132	11,5

Существует множество различных способов очистки биогаза от примесей с извлечением метана, из которых можно выделить инерциальные способы очистки.

Инерциальные способы очистки основаны на воздействии центробежной силы на частицы с различной массой. Биогаз, сжатый до определенного давления, протекает через критическое сечение сопла Лавалля, приобретает сверхзвуковую скорость, что ведет к снижению температуры потока, при этом нежелательные компоненты конденсируются в мелкодисперсные капли жидкости (эффект Джоуля-Томсона: изменение температуры газа при протекании его под постоянным перепадом давления) [2]. Затем полученная газожидкостная смесь попадает в сепаратор для отделения метана от капель углекислого газа и сероводорода. Данные конструктивные решения объединены в сверхзвуковом сепараторе, представленном на рис. 1а [3]. Углекислый газ при температуре 20°С и давлении 60 атм. сгущается в бесцветную жидкость, но для сжижения метана данных условий будет недостаточно, однако эти условия достаточны для сжижения остальных примесей и при этом появляется возможность отсепарировать их, что является достаточно эффективным способом выделения метана из биогаза.

Из-за наличия явления уноса метана в процессе отделения жидкой фазы, предлагается способ повышения эффективности сверхзвукового сепаратора (рис. 1, б и в). Эффект уменьшения уноса достигается за счет включения в конструкцию сверхзвукового сепаратора дополнительного циклонного сепаратора и газового эжектора. Газожидкостная смесь после диффузора попадает во второй циклонный сепаратор, где за счет сил инерции газ отделяется от жидкого компонента, после чего удаляется из сепаратора газовым эжектором, который возвращает его в поток

осушенного газа. Конденсат и сжиженный газ скапливаются в нижней части сепаратора и удаляются по мере накопления. Эжектор может быть установлен как до циклонного сепаратора (рис. 1, б), так и после (рис. 1, в), что существенно влияет на конструкцию аппарата.

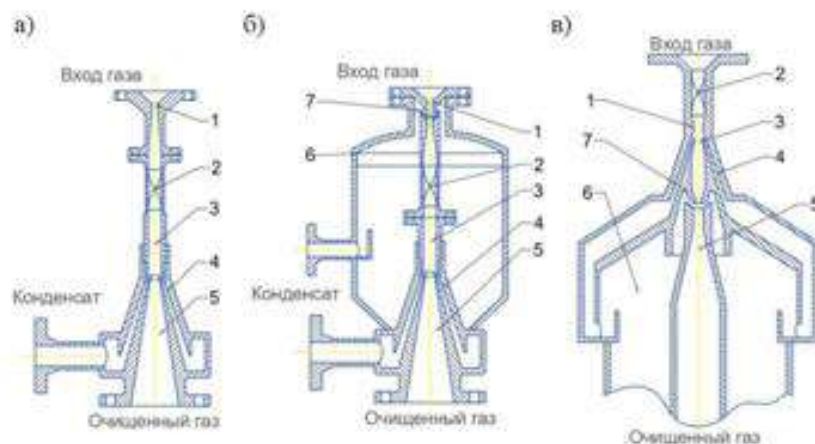


Рис. 1 Устройство сверхзвукового сепаратора, а) сверхзвуковой сепаратор; б) сверхзвуковой сепаратор с дополнительным циклоном 1; в) сверхзвуковой сепаратор с доп. циклоном 2; 1 – сопло Лавалья; 2 – завихритель потока; 3 – вихревой сепаратор; 4 – диффузор отвода конденсата; 5 – диффузор отвода осушенного газа; 6 – дополнительный сепаратор; 7 – газовый эжектор

Метод низкотемпературной сверхзвуковой сепарации чаще всего применяется на нефтяных месторождениях как способ очистки попутного нефтяного газа от целевых компонентов. Однако он имеет схожий состав с биогазом, что позволяет принять данный способ и для очистки биогаза с получением биометана [4].

Сверхзвуковой сепаратор имеет довольно простую конструкцию, без движущихся частей, удобный в обслуживании, а также может эффективно и достаточно качественно разделять биогаз на компоненты.

Источники

1. Ахметгалиев И.Ф. Проблемы утилизации органических отходов крупного рогатого скота с получением биогаза // Научному прогрессу - творчество молодых: матер. XIV международная молодежная научная конференция по естественнонауч. и техническим дисциплинам.: в 4 ч. Ч. 2. Йошкар-Ола: ПТГУ, 2019 г. С. 78-80.

2. Мияссаров Р.Ф., Ишмурзин А.А. Повышение эффективности разделения компонентов природного нефтяного газов // Инженер-нефтяник: 2017 г. №2. С. 64-66.

3. Алферов В.И., Багиров Л.А., Дмитриев Л.М., Имаев С.З., Фейгин В.И. Устройство для сжижения и сепарации газов. // Патент РФ № 2007131786/06: 2009г. Бюл. № 7.

4. Ахметгалиев И.Ф., Кондратьев А.Е. Сепарационный метод очистки биогаза // Научному прогрессу - творчество молодых: матер. XV международная молодежная. научная конференция по естественнонаучным и техническим дисциплинам. Йошкар-Ола: ПТГУ, 2020 г.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОРПУСОВ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРОВ В СИСТЕМУ ОТОПЛЕНИЯ

Ринат Радикович Аюпов¹, Юлия Николаевна Звонарева²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
^{1,2}difut@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрены проблемы, встречающиеся в системах теплоснабжения промышленных производств, проведен анализ существующих систем термотрансформаторов отопления здания и создана технологическая схема для производства химической продукции и отопления зданий.

Ключевые слова: энергоэффективность, термотрансформатор, отопительные приборы, выпарная установка.

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF THE HEAT SUPPLY SYSTEM FOR INDUSTRIAL BUILDINGS BY INTRODUCING A THERMAL TRANSFORMER IN THE HEATING SYSTEM

Ayupov Rinat Radikovich, Yuliya Nikolaevna Zvonareva

Annotation: The article considers the problems encountered in industrial heat supply systems, analyzes the existing systems of thermal transformers for building heating, and creates a technological scheme for the production of chemical products and building heating.

Keywords: energy efficiency, thermal transformer, heating devices, evaporation plant.

В Республике Татарстан предприятия нефтегазохимического сектора являются бюджетообразующим звеном, принося основную долю в валовый региональный продукт. Определив основные проблемы этого сектора, мы сможем создать программы по повышению энергоэффективности и снижению энергетических потерь тем самым повысив уровень жизни рядового потребителя. Для этой цели я рассмотрел нефтегазохимическое предприятие ООО «ТаграС-ХимСервис», находящееся в городе Альметьевск, которое занимается производством, переработкой и транспортировкой химической продукции для нефтегазодобывающих компаний.

При прохождении производственной практики на предприятии в цехе №1, была изучена технология производства химической продукции, рассмотрена система тепловых сетей цеха, а также мною были обнаружены проблемы, которые ведут к снижению энергоэффективности системы теплоснабжения, увеличению тепловых потерь и увеличенному потреблению энергоресурсов.

Данный цех имеет на своем балансе паровую котельную, которая обеспечивает технологические нужды промышленных корпусов. Система отопления производственных корпусов и административно-бытовых зданий запитана от стороннего теплоисточника, который находится на балансе теплоснабжающей организации ООО "Тепло-Энергосервис". Основной проблемой в процессе эксплуатации тепловой сети является износ основных фондов, что вызывает низкий коэффициент полезного действия при их работе и нарастающее число отказов, аварий и утечек с высокими тепловыми потерями.

Издержки теплоснабжающей организации, поставляющей тепловую энергию на отопление, в следующем году вырастут на 11%. Также в паровой котельной параметры пара не соответствуют технологическому процессу создания химического продукта, вследствие чего происходит увеличение потребления топлива. В связи с этим возрастет себестоимость выпускаемой продукции данного цеха, что негативно отразится на рынке сбыта.

Одним из перспективных вариантов решения данных проблем является внедрение системы термотрансформатора.

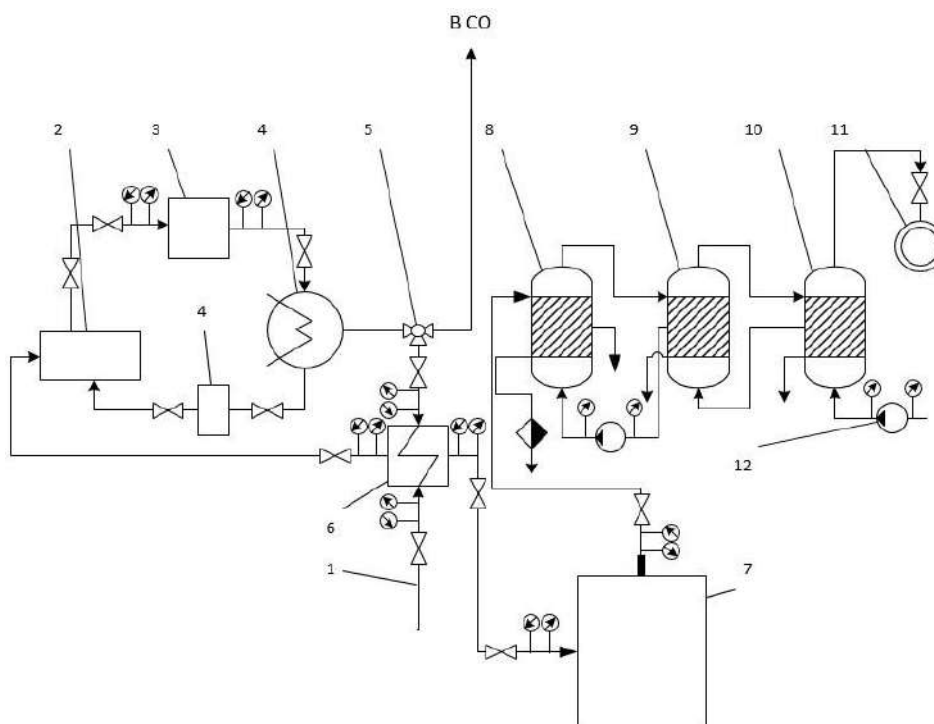
Данный метод предусматривает, нагрев теплоносителя в компрессоре до 95°C, прохождение его через теплообменное оборудование с 90% отдачей теплоты в систему отопления промышленных корпусов. Отработавший теплоноситель проходит через теплообменник нагревая исходную воду на 20°C идущую в паровую котельную для технологических нужд.

Основным недостатком таких схем является относительно высокая их стоимость при реконструкции существующих систем отопления зданий с учетом установки КИПи А на отопительных приборах и выпарных установках [2].

Целью исследования является подбор оптимального решения для повышения эффективности работы предприятия, путем изменения существующей тепловой схемы и корректировок технологического процесса.

Изменение существующей тепловой схемы, позволит отказаться от затрат на приобретение тепловой энергии на нужды системы отопления. Кроме того, предлагаемые схемные решения позволят повысить качество выпускаемой продукции и снизить ее себестоимость.

Предлагаемая схема системы отопления промышленного корпуса с использованием системы термотрансформатора представлена на Рис.



Принципиальная схема системы термотрансформатора отопления здания

1 – подающий трубопровод, 2 – испаритель, 3 – компрессор, 4 – конденсатор, 5 – трехфланцевый затвор, 6 – теплообменник поверхностного типа, 7 – паровой котел, 8 – выпарная установка 1 ступени, 9 – выпарная установка 2 ступени, 10 – выпарная установка 3 ступени, 11 – технологический потребитель, 12 – центробежный насос

Источники

1. Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. М.: Химия, 1983, 270 с.
2. Промышленное применение тепловых насосов [электронный ресурс]. <https://www.teplo-heat.ru/tekhnologii> (дата обращения: 10.10.2020).

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛООВОГО НАСОСА СО СНЕГОПЛАВИЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ

Илюза Мансуровна Гатауллина¹, Александр Евгеньевич Кондратьев²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹iliza_gataullina@mail.ru, ²aekondr@mail.ru

Аннотация: В статье рассматривается решение проблем, связанных с уборкой и вывоза снега в больших городах и устранение негативных последствий после снегопадов. Рассмотрен способ утилизации снега с применением теплового насоса, преимущества такого способа. Источником тепла предлагается использование теплоты сточных вод.

Ключевые слова: тепловой насос, сточные воды, утилизация, снегоплавильная станция, снег, экология, температура.

APPLICATION OF A HEAT PUMP WITH A SNOW MELTING UNIT

Ilyuz Mansurovna Gataullina, Alexander Evgenievich Kondratiev

Annotation: The article discusses the solution of problems associated with the cleaning and removal of snow in large cities and the elimination of negative consequences after snowfalls. The method of snow utilization using a heat pump is considered, the advantages of this method. A heat source suggests the use of wastewater heat.

Key words: heat pump, wastewater, utilization, snow melting station, snow, ecology, temperature.

Для нашей территории свойственна длительная и снежная зима, поэтому большое количество осадков в виде снега – одна из главных проблем городов в зимнее время.

Для борьбы со снегом применяют снегоплавильные установки. Снегоплавильные установки предназначены для утилизации снега на территориях различного назначения. Оборудование может использоваться в любом месте и не требует каких-либо специальных условий для своего размещения. Единственное требование – наличие ливневой канализации или же другого способа для утилизации талой воды [1].

Снегоплавильные установки бывают 3 видов:

1. транспортабельные (перевозимые),
2. мобильные,
3. стационарные [6].

Снегоплавильные машины могут работать на различных видах топлива – дизельное топливо, природный газ, отработанное масло и

мазуты, горячая вода или пар из центральных систем отопления и теплоснабжения. Существуют также снегоплавилки с комбинированной системой. Но при этом мобильность возможно обеспечить только при использовании снегоплавилки, работающих на жидком топливе. Такие установки имеют собственный топливный бак с подогревом топливной магистрали и шасси для транспортировки [3].

Снегоплавильная машина – технически сложное изделие, и для ее работы необходима электроэнергия [4].

Для работы снегоплавильной станции в качестве источника можно рассмотреть применение теплового потенциала сточных вод. В результате можно получить плавление снега в снегоплавильной станции с помощью тепла сточных вод.

В любом городе есть система отвода сточных вод, а их температура даже в самое холодное время не опускается ниже 10° С. Именно эту теплоту можно использовать для работы теплового насоса (схема теплового насоса представлена на рис 1), т.е. можно отнять тепло сточных вод и с помощью этой теплоты растопить снег [2].



Тепловой насос

Комбинация мобильной снегоплавильной станции с тепловым насосом на сточных водах дает возможность утилизировать снег на месте, где возможен оперативный доступ к сточным водам.

Пример расчёта

Очищаемая площадь – 20 000 м². Толщина снежного покрова (за сезон) – 1 м. Получается, что объем убираемого снега – 20 000 м³, с учетом уплотнения – 15 000 м³.

На вывоз этого объема нужно затратить 15 000 * 300 = 4 500 000 руб.

Затраты на плавление (без учета уплотнения):

– на дизельном топливе - 20 000 * 120 = 2 400 000 руб.

- на сетевой воде – $20\,000 * 40 = 800\,000$ руб.
- на газовом топливе – $20\,000 * 20 = 400\,000$ руб [5].

В заключении можно отметить, что применение такой аппаратуры, как снегоплавильная станция, экономит финансы и время утилизации, а также улучшает экологическую обстановку в городских условиях. Применение таких станций значительно упрощает работу коммунальных служб и прогон грузовых снегоуборочных машин, мешающих свободному передвижению на дорогах.

Источники

1. Гатауллина И.М. Технология устройства снегоплавильных станций на основе применения тепловых насосов // V Всероссийский студенческий форум «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России». 2019. №.1. с. 38-41.
2. Гатауллина И.М. Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения зданий // XIII Международная молодежная научная конференция по естественнонаучным и техническим дисциплинам "Научному прогрессу – творчество молодых". 2018. №2. с. 71-74.
3. Храменков С.В., Пахомов А.Н., Богомолви М.В. Система удаления снега с использованием городской канализации // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 10. С.50.
4. Гатауллина И.М. Особенности эксплуатации тепловых насосов для утилизации тепла сточных вод // IV Всероссийская студенческая конференция "Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России". 2018. № 3. с. 150-152.
5. Воронов Ю.В., Дерюшев Л.Г., Дерюшева Н.Л. Вопросы проектирования стационарных снегоплавильных пунктов // Сантехника. 2013. № 2.
6. Борисюк Н.В. Снег, снежная масса, утилизация // Строительная техника и технологии. 2017. с. 56-60.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСА ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Руслан Радикович Даутов¹, Науч. рук. доц. Александр Евгеньевич Кондратьев²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
^{1,2}gluza.dautova@ya.ru

Аннотация: Отдаленность и труднодоступность некоторых населенных пунктов Республики Татарстан делает снабжение частных домов газом проблематичным и невыгодным из-за больших затрат на его транспортировку. В этом случае использование нетрадиционных источников энергии, в частности низкопотенциального тепла может стать хорошей альтернативой.

Ключевые слова: тепловой насос, низкопотенциальные источники, геотермальная энергия, отопление, горячее водоснабжение.

FEATURES OF APPLICATION OF A HEAT PUMP FOR HEAT SUPPLY SYSTEMS IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Ruslan Radikovich Dautov, Alexander Evgenievich Kondratyev

Annotation: The remoteness and inaccessibility of some settlements of the Republic of Tatarstan makes the supply of gas to private houses problematic and unprofitable due to the high costs of its transportation. In this case, the use of unconventional energy sources, in particular low-grade heat, can be a good alternative.

Key words: heat pump, low-potential sources, geothermal energy, heating, hot water supply.

Тепловой насос – это устройство, которое позволяет получать тепло для отопления и горячего водоснабжения за счет использования низкопотенциальной теплоты и ее переноса к теплоносителю с более высокой температурой. Внешними источниками могут служить тепло грунтовой воды, самого грунта, окружающего воздуха, а также вторичные источники — сточные воды, вентиляционные выбросы и др. Конструкция теплового насоса состоит из компрессора, дроссельного (расширительного) клапана и двух теплообменников: испарителя и конденсатора. Теплоноситель, который циркулирует внутри этих компонентов, называется хладагентом. Обычно в его роли выступает фреон [1].

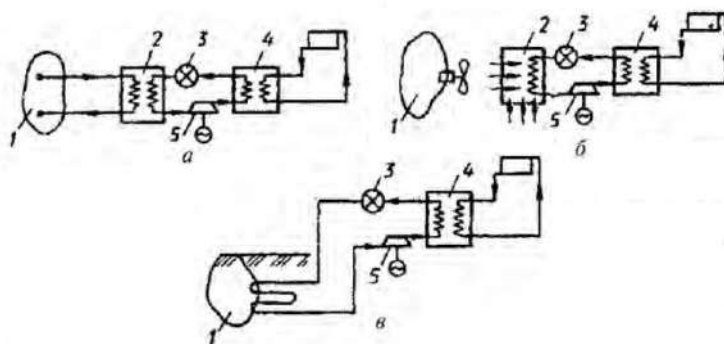
Важность использования тепловых насосов в удаленных районах Татарстана, доступ к которым в течение года может быть ограничен или даже невозможен, бесспорна. Подвод газа к таким поселкам практически невозможен, поэтому обычно в домах используются обычные печи, отапливаемые с помощью дров и т.п. Тепловой насос в сочетании с такой

системой отопления может надежно и экономично обеспечить дом теплом и горячим водоснабжением.

Применение теплонасосной установки в качестве замены традиционным системам отопления (электро-, газовые котлы) также является выгодным и перспективным решением. Это обусловлено рентабельностью, большим сроком эксплуатации, низкими затратами на электроэнергию, безопасностью и надежностью. Хотя и начальные капитальные вложения на монтаж и оборудование теплового насоса достаточно высоки, со временем они быстро окупаются.

Системы теплоснабжения с тепловым насосом различаются по виду низкопотенциального источника теплоты.

Некоторые схемы теплоснабжения представлены на рис. 1.



Принципиальные схемы теплоснабжения с применением теплового насоса с различными низкопотенциальными источниками:

a – открытые водоемы; *б* – удаляемый воздух; *в* – подземные воды, грунт;

1 – низкопотенциальный источник тепловой энергии; *2* – испаритель; *3* – дроссельный клапан; *4* – конденсатор; *5* – компрессор

Грунтовой тепловой насос забирает тепло у грунта или грунтовых вод с помощью системы коллекторов, которые уложенные в землю на некоторой глубине. Эта теплота используется для обогрева или горячего водоснабжения дома. Температура слоев земли практически неизменна и не зависит от температуры окружающей среды, поэтому грунтовые тепловые насосы имеют наивысшую производительность. Нахождение на достаточной глубине позволяет использовать такую теплонасосную установку при низких температурах, что очень важно для климата Татарстана зимой.

Тепловой насос воздушного типа отбирает тепло у окружающего воздуха. Основным его преимуществом является то, что такую систему легко устанавливать. Но он имеет и большой недостаток. В отличие от грунтовых насосов, в холодную погоду производительность воздушного насоса резко падает из-за понижения температуры наружного воздуха.

Тепловой насос, использующий воду в качестве теплоносителя, отбирает тепло от водоемов. Отбираемое тепло, как и в предыдущих случаях, идет на отопление и ГВС. Такие насосы высокоэффективны, однако требование наличия неподалеку водоемов сильно ограничивает их использование [3].

Рассматривая энергоэффективность и экономическую целесообразность использования теплового насоса для систем теплоснабжения, следует также учитывать их экологические преимущества. Большое количество частных домов Татарстана, а также других регионов нашей страны могли бы получить комфортное теплоснабжение, используя практически неисчерпаемые источники тепловой энергии [4].

Источники

1. Гатауллина И.М. Построение системы теплоснабжения на основе теплового насоса // Тезисы доклада XIII молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения». Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С.160-162.

2. Морозюк Т.В. Теория холодильных машин и тепловых насосов. Одесса: Студия «Негоци; ант», 2006. 712 с.

3. Гатауллина И.М. Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения зданий // Материалы XIII международной молодежной научной конференции «Научному прогрессу – творчество молодых». Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет. 2018. С.71-74.

4. Гашо Е.Г., Козлов С.А., Пузаков В.С., Разоренов Р.Н., Свешников Н.В., Степанова М.В. Тепловые насосы в современной промышленности и коммунальной инфраструктуре. М.: Перо, 2017. 203 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАТИВНЫХ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТРУБОПРОВОДА С ПРИМЕНЕНИЕМ ANSYS

Евгения Вячеславовна Измайлова¹, Елена Владимировна Гарнышова²,
Юрий Витальевич Ваньков³
^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹evgeniya-izmailova@yandex.ru, ²garnyshova@mail.ru, ³yvankov@mail.ru

Аннотация: Методами численного моделирования была построена математическая модель колебаний элементов конструкций (трубопровода). Её целью является выявление закономерностей изменения частотных характеристик трубопровода. В качестве метода расчета выбран метод конечных элементов, что обусловило выбор соответствующей расчетной модели и конечных элементов для ее представления. Расчеты проводились в программном обеспечении ANSYS.

Ключевые слова: трубопроводы, отложения, метод конечных элементов, ANSYS.

TO IDENTIFY INFORMATIVE CRITERIA FOR PIPELINE MONITORING WITH THE USE OF ANSYS

Evgeniya Vyacheslavovna Izmaylova, Elena Vladimirovna Garnyshova,
Yuri Vitalevich Vankov

Annotation: A mathematical model of vibrations of structural elements (pipelines) was constructed using numerical modeling methods. Its purpose is to identify patterns of changes in the frequency characteristics of the pipeline. The finite element method was chosen as the calculation method, which led to the selection of the corresponding calculation model and finite elements for its representation. Calculations were performed in the ANSYS software.

Keywords: pipelines, deposits, finite element method, ANSYS.

Целью работы является контроль технического состояния трубопроводов с помощью программного обеспечения ANSYS.

Поиск информативных критериев наличия дефектов трубопровода производится методом конечных элементов (МКЭ) путем решения следующих задач: определение частотных областей дефектов трубопровода путем моделирования и расчета гибкого утонение стенки трубы рассматриваемая как мембрана; моделирование опасного участка трубопровода конструкции с различной толщиной отложений; исследование частотных характеристик участков трубопровода при различном давлении жидкости; уточненный расчет методом конечных элементов опасных участков с использованием объемных конечно-элементных моделей; анализ частот опасных участков трубопровода.

В работе смоделирован реальный участок трубы длиной 1500 мм,

внешним диаметром трубы 300 мм, внутренним диаметром трубы 270 мм и с его разными толщинами опасных коррозионных дефектов – 5 мм, 10 мм, 20 мм, 30 мм, 50 мм [1]. Также по обе стороны от трубы смоделированы два фланцевых соединения с внешним диаметром 400 мм, внутренним диаметром 270 мм и длиной 50 мм. Фланцевые соединения служили опорными точками всей конструкции при расчете.

В ходе работы после моделирования участка трубы был проведен модальный настраиваемый расчет на напряжение, расчет на общую деформацию, расчет на эквивалентное напряжение.

В модальном анализе можем проанализировать деформации для каждой формы колебаний, а также просмотреть все формы деформации с первой по десятую (Рис. 1).

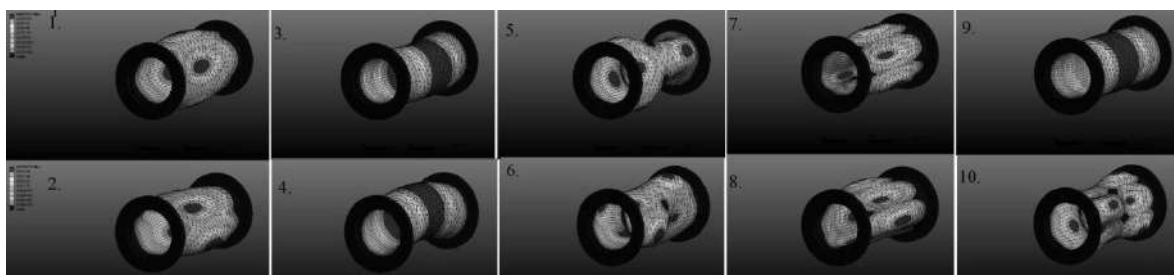


Рис. 1. Формы всех деформаций участка трубы с отложениями

Моделирование и расчет бездефектных труб, и труб с дефектами показал, что на первоначальных формах колебаний весомых отличий для установки зависимости не наблюдается. Следовательно, для обнаружения дефектов необходимо проводить анализ в более высоких частотных диапазонах в разных её формах деформации модели (Табл. 1).

Таблица 1

Частота участка трубы $d = 300$ мм; $l = 1500$ мм с различными толщинами отложений (Гц)

Номер формы	Труба с разной толщиной осадка размером $a \times b$, мм					
	Без дефект.	0,05 x 0,3	0,1 x 0,3	0,2 x 0,3	0,3 x 0,3	0,5 x 0,3
1	437,2 8	475,6 4	448,5 2	468,5 4	502,6 9	604,7 3
2	437,4 2	475,6 9	448,6 3	468,6 3	502,6 9	604,8
3	660,7 1	657,3 2	653,2 4	647,1 1	642,1 7	635,0 7

Продолжение таблицы

4	660,7 5	657,3 6	653,2 9	647,1 5	642,1 9	635,0 8
5	726,1 1	866,3 7	780,1 3	853,1 3	880,7 6	967,9 3
6	727,4 1	866,5 1	780,8 5	853,4 2	881,0 4	968,1 6
7	831,9 3	879,1 1	838,4 5	859,1 1	976,4 4	970,9 2
8	832,3 4	879,9 7	838,7 8	859,7 5	976,9 6	1231, 1
9	918,6 6	1004, 9	971,6 9	991,8 7	983,8 5	1231, 1
10	919,0 1	1072, 5	972,3 9	1049, 9	1166, 5	1273, 7

В результате расчетов были построены график зависимости частот собственных колебаний модели трубы с ее разными толщинами отложений (Рис. 2).

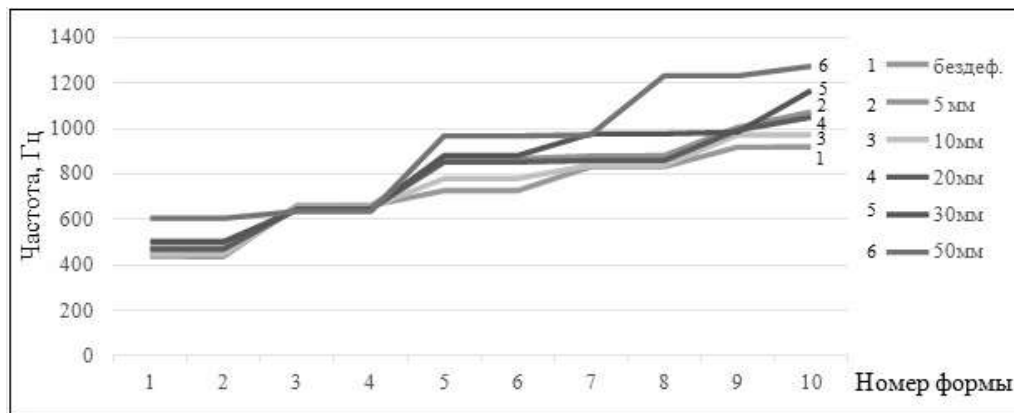


Рис. 2. Зависимость частоты собственных колебаний участка трубы, с разными толщинами отложения

Сравнительный анализ результатов, полученных в программном комплексе *ANSYS*, показывает, что с увеличением толщины отложений трубопровода увеличиваются частоты его собственных колебаний [2], что позволяет использовать метод конечных элементов для контроля технического состояния трубопроводов.

Источники

1. Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах / Под общ. ред. Д.Г. Красковского. М.: КомпьютерПресс, 2002. 224с.
2. Измайлова Е.В., Гарнышова Е.В., Соловьев Д.В. Конечно-элементное моделирование системы акустического контроля теплообменников. Сборник Международ. молодеж. научно-практ. конференции молодых ученых «Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии». Альметьевский государственный нефтяной институт, 2018, С. 436-439.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ПОСЕЛКА

Александр Евгеньевич Кондратьев
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан
aekondr@mail.ru

Аннотация: Учитывая сложность и дороговизну газификации удаленных поселений, возникает необходимость поиска возможности применения альтернативных источников тепловой энергии. В статье предложена разработка автономной системы теплоснабжения жилого поселка от геотермального источника тепловой энергии.

Ключевые слова: геотермальная энергия, теплоснабжение, экология, малоэтажная застройка.

DEVELOPMENT OF AN AUTONOMOUS HEAT SUPPLY SYSTEM OF A LOW-RISE RESIDENTIAL HOUSE USING A HEAT PUMP

Alexander Evgenevich Kondratyev

Annotation: Given the complexity and high cost of gasification of remote settlements, there is a need to search for the possibility of using alternative sources of thermal energy. The article suggests the development of an Autonomous heat supply system for a residential settlement from a geothermal heat source.

Key words: geothermal energy, heat supply, ecology, low-rise buildings.

В настоящее время встречаются удаленные поселения, газификация которых затруднена в связи с высокими экономическими затратами. Поэтому применение альтернативных источников энергии в таких поселениях является актуальным.

Известно несколько альтернативных источников энергии, одним из которых является геотермальная энергия.

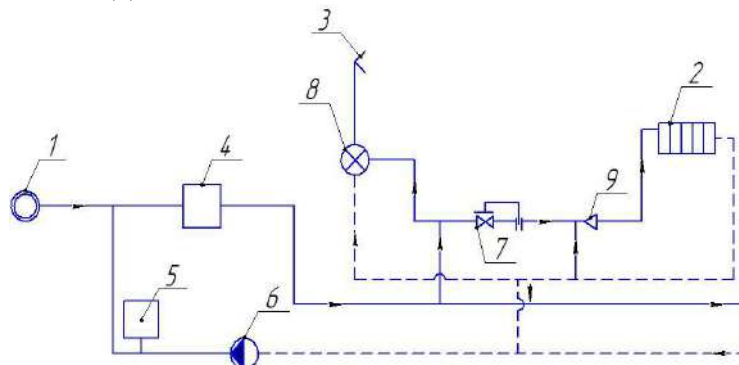
Преимущества геотермальных ресурсов в сравнении с традиционными источниками энергии следующие: практически неисчерпаемая энергия, удобство в применении из-за глобальности распространения, множество сфер применения, экономическая конкурентоспособность и экологическая чистота.

Различают два типа применения геотермальной энергии. Первый это гидротермальный метод, при котором в качестве источника энергии используется водное тепло. В вулканических и сейсмически активных районах циркулирующая вода перегревается выше температуры кипения на небольших глубинах и по трещинам поднимается к поверхности. Второй – петротермальный метод, с помощью которого энергия генерируется с использованием горячих сухих пород.

Температура воды для отопления и горячего водоснабжения жилых и производственных зданий должна быть не меньше 50-60°С. Для того чтобы разумнее использовать теплоту термальных вод, необходимо первоначально использовать ее в отоплении, а после этого для горячего водоснабжения. Только это представляет определенные сложности, так как потребность в горячей воде круглый год, тогда как отопление представляется сезонным и зависит от климатических условий района, погоды, времени года и суток.

Для выбора принципиальных схем геотермальных систем теплоснабжения необходимы следующие требования. Во-первых, учет температуры и химический состава геотермального теплоносителя, во-вторых, характер возможного потребления энергии и условия сброса отработанных термальных вод, в-третьих, взаимное расположение термоводозабора, потребителя, места сброса и источника питьевой воды и расстояний между ними.

Преимущественно экономичной является бессливная система геотермального теплоснабжения. Схема бессливной системы геотермального теплоснабжения представленная на рис, может гарантировать минимальный расход геотермальной воды на часть расчетной отопительной нагрузки, соответствующий среднечасовому расходу горячего водоснабжения. Температура термальной воды, поступающей из скважины 160-200°С, обуславливается климатическими условиями и способствует достичь равенства воды в тепловых сетях и системах горячего водоснабжения.



Принципиальная схема бессливной системы геотермального теплоснабжения: 1 – скважина, 2 – система отопления, 3 – система горячего водоснабжения, 4 – пиковая котельная, 5 – бак-аккумулятор, 6 – насос, 7 – регулятор постоянного расхода, 8 – регулятор постоянства температуры, 9 – элеватор.

Источники

1. Томаров Г.В. Никольский А.И. Геотермальная энергетика. Справочно-методическое издание. Москва, 2015.
2. Исмаилова Г.М., Кондратьев А.Е. Геотермальная энергетика и ее перспективы использования в России и за рубежом // В мире науки и инноваций: сборник статей международной научно-практической конференции. Пермь, 2016. С.86-88.
3. Томаров Г.В., Шипков А.А. Всемирный геотермальный конгресс WGC-2015 // Теплоэнергетика. 2016.
4. А.С. Кириченко, Э.Г. Армагян, М.И. Милованов. Использование установок на основе альтернативных источников энергии для теплоснабжения потребителя в Краснодарском крае. Краснодар, 2016.
5. Исмаилова Г.М. Геотермальные источники для теплоснабжения дома // Тинчуринские чтения: тезисы докл. XIII Междунар. молодежной науч. конф. Казань, 2018. С. 177–179.
6. Исмаилова Г.М. Проблемы развития геотермальной энергетике и возможность их решения // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XII Международной молодежной научной конференции Йошкар-Ола, 2017. №2, С. 138-140.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА ОТ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Дилара Ахлимановна Макуева¹, Ярослав Олегович Шайхутдинов²,
Александр Евгеньевич Кондратьев³
^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹dil.avp@mail.ru, ²jara2105@mail.ru, ³aekondr@mail.ru

Аннотация: Одним из путей решения проблем рационального использования ресурсов является использование возобновляемых источников энергии, например, энергии солнца. Был произведен анализ климатических данных за годовой период одного из городов Татарстана.

Ключевые слова: солнечный коллектор, горячее водоснабжение, теплообмен, отопление, солнечная активность.

USE OF HEAT SUPPLY SYSTEMS OF A RESIDENTIAL BUILDING FROM SOLAR COLLECTORS

Dilara Akhlimanovna Makueva, Yaroslav Olegovich Shaikhutdinov,
Aleksandr Evgenyevich Kondratyev

Annotation: One of the ways to solve the problems of rational use of resources is the use of renewable energy sources, for example, solar energy. An analysis of climatic data for the annual period of one of the cities of Tatarstan was made.

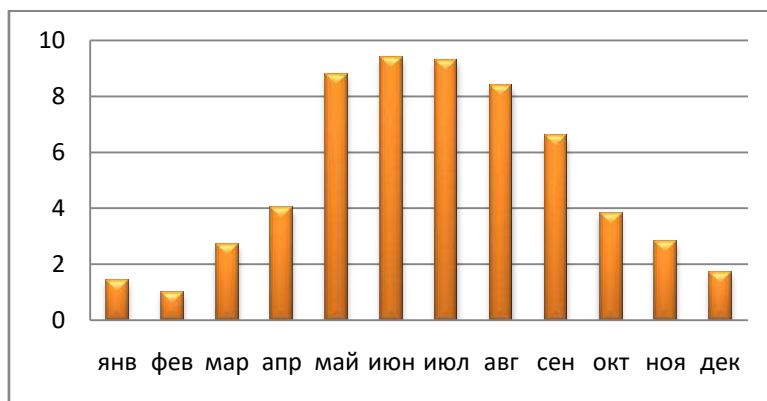
Key words: solar thermal collector, domestic hot water, heat transfer, central heating, solar activity.

Солнечный коллектор – устройство, работающее по принципу гелиоустановки, которая может нагревать материал, использующийся в качестве теплоносителя. Существует большое количество самых разнообразных систем, использующих солнечную энергию. Все они отличаются не только своей конструкцией, но и объемом энергии, которую они могут вырабатывать. Они могут эффективно применяться в совмещенных системах отопления горячего водоснабжения, системах автономного электро- и теплоснабжения жилых и производственных помещений [1].

Различают плоские и вакуумные коллекторы. В случае, когда солнечный коллектор используется для отопления, можно использовать оба типа, но когда коллектор используется для индивидуальных проектов, целесообразнее использовать вакуумный тип [2].

Использование солнечных коллекторов в совмещенных системах отопления горячего водоснабжения будет наиболее эффективным в районах с высокими среднегодовыми значениями интенсивности солнечной радиации и

большом количестве солнечных дней в году. Например, в Республике Татарстан Мензелинский район является самым солнечным (порядка 2066 св.ч.), что дает солнечную радиацию за год примерно 3900 МДж/м² [3]. На рисунке представлен график среднесуточного количества солнечных часов в городе Мензелинск по данным портала russia.pogoda360.ru за 2019 год.



Среднесуточное количество солнечных часов

На данном графике видно, что среднесуточное количество солнечных часов в зимний период значительно меньше, чем в летний. При этом потребность в тепловой энергии необходима как раз в отопительный период. При компенсации потребностей будет возникать избыточная теплота в летний период, которую можно использовать для покрытия нужд ГВС.

Для достижения максимальной практической пользы от использования солнечных коллекторов в системах подготовки ГВС рациональнее применять их не в качестве источника ГВС, а лишь в качестве устройства для подогрева воды, которая подается в отопительную установку. При таком варианте использования расход топлива будет снижен и будет обеспечена бесперебойная подача горячей воды, что позволит снизить расход средств на ГВС и отопление дома, если он используется для постоянного проживания.

Источники

1. Патент РФ № 93048655/06, 21.10.1993
2. Калинина М.В., Кондратьев А.Е. Оценка эффективности применения солнечных коллекторов разных модернизаций // Международная молодежная научная конференция по естественнонаучным и техническим дисциплинам. ПГТУ, 2018. Ч.2. С. 93-94.

3. Калинина М.В., Кондратьев А.Е. Проблемы эксплуатации солнечного коллектора для систем отопления и горячего водоснабжения индивидуального жилого дома в Республике Татарстан // Молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения». КГЭУ, 2018. Т.2. С. 181-182.

КАЛИБРОВКА ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ МЕТОДОМ СЛИЧЕНИЯ

Алик Альбертович Мукатдаров¹, Александр Евгеньевич Кондратьев²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹alik111197@gmail.com, ²aekondr@mail.ru

Аннотация: В статье рассматриваются методика проведения калибровочных мероприятий методом сличения. Оцениваются достоинства и недостатки данного метода по сравнению с существующими.

Ключевые слова: принцип сравнения, виброакустическая диагностика, амплитуда, колебания, точность исследования.

CALIBRATION OF PIEZOELECTRIC SENSORS BY COMPARISON

Alik Albertovich Mukatdarov, Aleksandr Evgenyevich Kondratyev

Annotation: The article discusses the method of carrying out calibration measures by the comparison method. The advantages and disadvantages of this method are evaluated in comparison with the existing ones.

Keyword: Comparison principle, vibroacoustic diagnostics, amplitude, oscillations, research accuracy.

Калибровка пьезоэлектрических датчиков является неотъемлемой частью процедуры подготовки диагностических средств измерений к проводимым исследованиям. Задаваясь целью калибровки датчика, становится необходимым определение его чувствительности в рабочем диапазоне частот и амплитуд в направлении оси чувствительности датчика, т.е. определение коэффициента передачи, амплитудной характеристики, АЧХ и ФЧХ. Одним из методов калибровки пьезоэлектрических преобразователей является метод сличения. [1]

Данный метод основан на принципе сравнения. Откалиброванный датчик можно использовать в качестве эталонного (образцового) для калибровки другого датчика путем сопоставления сигналов с датчиков, подверженных действию одинаковой вибрации. В методе сличения для задания одинаковых движений контрольного и калибруемого датчиков их устанавливают на стол вибратора, задают виброускорение (виброскорость, вибросмещение) определенной амплитуды и регистрируют отклики контрольного и калибруемого датчиков. Если амплитудные характеристики датчиков, измеряющих один и тот же параметр вибрации (например, ускорение), линейны, то чувствительность определяют по результатам измерения вибрации контрольным датчиком и выходному сигналу калибруемого датчика. Определение чувствительности

калибруемого датчика $S_A(k)$ сводится к получению отношения снимаемых в одинаковых условиях напряжений с калибруемого датчика u и с контрольного датчика: u_k

$$S_A(k) = \frac{u}{u_k} S_k(k) \quad (1)$$

где $S_k(k)$ – чувствительность контрольного датчика.

При калибровке пьезодатчиков и виброизмерениях с откалиброванными пьезодатчиками необходимо учитывать, что чувствительность пьезодатчика зависит от емкости соединительного кабеля, связывающего датчик и виброизмерительный прибор. Поэтому при изменении длины кабеля, подключаемого к одному и тому же датчику, процедуру определения чувствительности датчика или калибровки канала с датчиком следует повторить. [2]

Из равенства параметров измеряемой вибрации для обоих датчиков получают соотношение пересчета для определения чувствительности калибруемого датчика.

Основным достоинством данного метода является его простота и доступность. Имея эталонный датчик и необходимую установку, не составит огромного труда откалибровать исследуемый преобразователь. Главным недостатком данного метода является невысокая точность по сравнению с абсолютными методами, особенно с методом основанным на измерении задаваемой амплитуды перемещения и частоты вибрации. [3]

Таким образом, метод сличения является одним из самых доступных методов для подготовки измерительной аппаратуры к проведению виброакустических исследований. [4]

Источники

1. Вибростенд для калибровки пьезодатчиков: пат. 178307 Рос. Федерация № 2017127383; заявл. 31.07.2017; опубл. 29.03.2018, Бюл. № 10.
2. Гапоненко С.О., Кондратьев А.Е., Костылева Е.Е., Загретдинов А.Р. Установка для калибровки пьезоэлектрических датчиков // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2016. № 7-8. С. 79-86.
3. Мукатдаров, А.А. Неразрушающий контроль металла/ А.А. Мукатдаров // В книге: Тинчуринские чтения. Тезисы докладов XIII молодежной научной конференции. В 3-х томах. Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. 2018. С. 191-193
4. Мукатдаров А.А. Методы калибровки пьезоэлектрических датчиков / XV международная молодежная научная конференция по естественнонаучным и техническим дисциплинам «Научному прогрессу творчество молодых»-2020.

КОНСТРУКЦИЯ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПТИЦЕФАБРИКИ

Гульфия Равилевна Мустафина¹, Александр Евгеньевич Кондратьев²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹gulfia999@gmail.com, ²aekondr@mail.ru

Аннотация: В работе представлен анализ экологических и экономических аспектов переработки помета в биогаз и выгодный способ утилизации органических отходов третьего класса опасности. Рассмотрены перспективы использования классической технологии биореактора для улучшения качества работы птицефабрик и конструктивные особенности установки, разработанной специально для птичьего помета.

Ключевые слова: реактор, биогазовая установка, биогаз, класс опасности, мешалки.

CONSTRUCTION OF A BIOGAS PLANT FOR A POULTRY FARM

Gulfiya Ravilyevna Mustafina, Alexander Evgenievich Kondratiev

Annotation: The paper presents an analysis of the environmental and economic aspects of processing manure into biogas and a profitable way to dispose of organic waste of the third hazard class. There are also prospects for using classical reactor technology to improve the quality of poultry farms. Differences in the design features of the installation, designed specifically for bird droppings.

Key words: reactor, biogas equipment, biogas, the hazard class of the agitator.

По данным Всемирной Организации Здравоохранения одним из самых опасных возбудителей болезней для живого организма являются различные виды навоза, а в особенности – куриный помет. На сегодняшний день выявлено пять классов опасности, наиболее безопасным считается – 5, например, навоз крупнорогатого скота. Самым неблагоприятным является куриный, гусиный свежий помет, относящийся к 3 виду. Это объясняется тем, что в составе данного органического сырья отмечено высокое преобладание аммиака над другими веществами и по уровню загрязнения в 10 раз больше оказывает пагубное влияние в сравнении с твердыми бытовыми отходами. При неправильной утилизации наносится ущерб растительной или животной жизни и создается серьезная экологическая опасность окружающей среде при нахождении на поверхности почвы. Даже незначительный контакт свежего навоза или помета с растением приводит к тяжелым азотным ожогам, из-за чего растение нередко погибает. [1]

В настоящее время нет конкретного способа утилизации отходов третьего класса опасности, кроме биотехнологий с получением биогаза, который не только избавит от данной проблемы, но и принесет экологические и экономические выгоды. [2].

К глобальным преимуществам биотехнологии относятся: сокращение потребления ископаемого вида топлива, что приведет к продлению срока их исчерпания, сокращение вредных выбросов, отсутствие пополнения парниковых газов, повышение плодородия за счет получаемого удобрения. С экономической точки зрения наблюдается сокращение расходов на энергию, сокращение штрафов за неправильное хранение и утилизацию отходов, дешевое сырье, нет необходимости транспортировки и многое другое.

Таким образом, для переработки отходов на птицефабрики особенно выгодно применение биогазовых установок, так как в результате деятельности любой птицефабрики неизбежно возникает проблема утилизации этих отходов. Продукты жизнедеятельности, признанные непригодными для дальнейшего использования, в данном случае являются идеальным сырьем для получения биогаза и выработки энергии. [3]

К примеру, птичий помет, не перерабатывается в биогаз в обычном реакторе. Для переработки такого сырья необходим дополнительно реактор гидролиза. Он позволяет контролировать уровень кислотности, таким образом полезные бактерии не погибают из-за повышения содержания кислот или щелочей.

Из современных технологий для птицефабрики по расчетам может походить только классическая технология *CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor)*, показанная на рис.1 и рис.2, с дополнительным реактором гидролиза, которая характеризуется содержанием сухих веществ в реакторе от 4 до 7 % и производственной мощностью от 100 кВт до 2,4 МВт. Подача сырья производится насосами или погрузчиками, работа производится при мезофильном режиме (33-40°C). Диаметр реактора больше, чем высота, подогрев осуществляется трубами на стенках реактора, гибкий газгольдер расположен над реактором, удаление серы на биофилтре производится воздухом в середине ферментатора, перемешивание осуществляется наклонными и погружными мешалками. Реакторы могут быть как железобетонные, так и металлические.

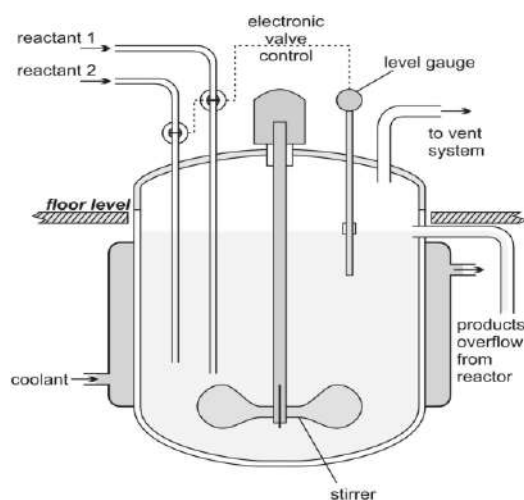


Рис. 1. Классическая технология установки в разрезе

CSTR

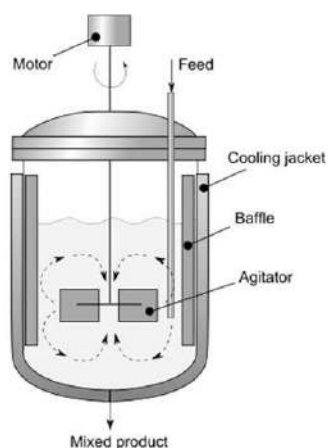


Рис. 2. Классическая технология установки CSTR

Выводы Необходимо подобрать оборудование биогазовой установки, которое обеспечит эффективную работу биореактора. Без тщательного и грамотного подбора оборудования установка не сможет качественно перерабатывать отходы в полезные продукты.

Источники

1. Ахметгалиев И.Ф. Вопросы утилизации органических отходов крупного рогатого скота с получением биогаза // Научному прогрессу творчеству молодых: материалы международной молодежной научной конференции по естественным и техническим дисциплинам. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. С. 176-177.

2. Загретдинова А.Р., Кондратьев А.Е. Установка для анаэробного сбраживания органических отходов с получением биогаза // Научному прогрессу – творчеству молодых: материалы международной молодежной научной конференции по естественным и техническим дисциплинам Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016. С. 176-177.

3. Кашапова А.Р. Особенности условий хранения биометана // Материалы XI международной молодежной научной конференции по естественным и техническим дисциплинам. Йошкар-Ола ПГТУ, 2016. С. 198-200.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПЛАСТИНЧАТОГО ПРОТИВОТОЧНОГО РЕКУПЕРАТОРА

Нияз Жядитович Нуруллин¹, Юрий Витальевич Ваньков²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹niyaznurullin@ya.ru, ²yuvankov@mail.ru

Аннотация: В работе представлены результаты численного моделирования течения воздуха в каналах пластинчатого противоточного рекуператора. Повышение его эффективности достигается путем совершенствования формы поверхности пластин, что влечет за собой изменение степени турбулизации потоков воздуха в пространстве между пластинами и увеличивает их коэффициенты теплоотдачи.

Ключевые слова: пластинчатый теплообменник, пластинчатый рекуператор, теплообмен, численное моделирование, температурная эффективность.

NUMERICAL SIMULATION LAMELLAR COUNTER FLOW EXCHANGER

Niyaz Zhyaditovich Nurullin, Yuriy Vitalevich Vankov

Annotation: In this paper results of numerical simulation of air flow in channels of a counter flow heat exchanger are presented. Increase of its effectiveness is reached by perfecting the form of the surface of plates that results in a change of turbulisation degree of air streams in the space between plates and increases their heat-transfer coefficients

Key words: plate heat exchanger, plate recuperator, heat exchange, numerical simulation, temperature efficiency.

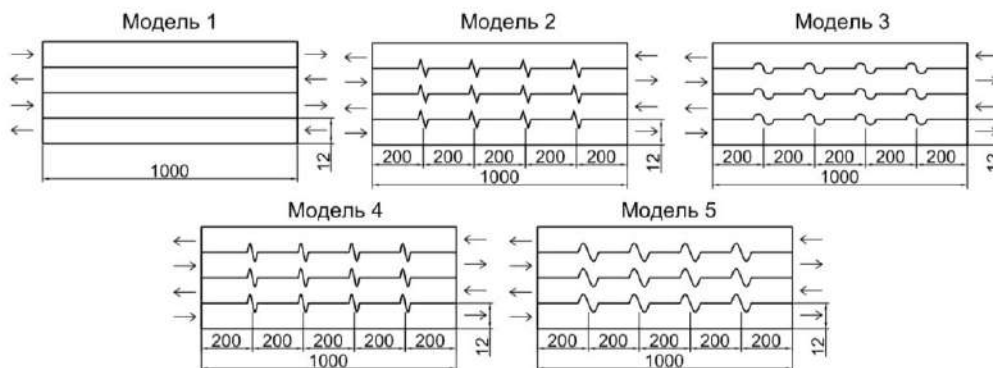
Для уменьшения затрат энергии на нагревание приточного воздуха в холодное время года целесообразным является использование утилизации теплы удаляемого воздуха [1,2]. В настоящее время для исследования прикладных задач аэродинамики и теплопередачи в области вентиляции и кондиционирования воздуха успешно применяются методы вычислительной аэрогидродинамики [3,4], которые менее затратны по сравнению с физическим моделированием.

При численном моделировании использовалась $k-\epsilon$ модель турбулентности. Плотность воздушной среды ρ была принята постоянной, $\rho_0 = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

Постоянными величинами принимались: теплоемкость воздуха $c_p = 1006,43 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, динамический коэффициент вязкости $\mu = 1,506 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,0259 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Толщина пластин $0,2 \text{ мм}$, шероховатость поверхности пластин принята $1,25 \text{ мкм}$ (алюминий). Скорость движения воздуха на входе в каждый канал равномерна и

составляет 1 м/с, давление воздуха на выходе из каналов равно атмосферному; внешние стенки каналов – адиабатические; внутренние стенки имеют коэффициент теплопроводности (алюминий) $\lambda_A=202$ Вт/(м·К); температуры на входе в каналы наружного воздуха 253 К (-20 °С), на входе в каналы удаляемого воздуха 293 К (20 °С).

Были рассмотрены 5 вариантов форм теплопередающих пластин, рассчитаны коэффициенты местных сопротивлений ζ и температурная эффективность E_t для каждой модели рекуператора.



Расчетные схемы пластинчатого противоточного рекуператора

Температурная эффективность рассчитывается по формуле:

$$E_t = \frac{t_{\text{под}} - t_{\text{хол}}}{t_{\text{тепл}} - t_{\text{хол}}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{под}}$, $t_{\text{хол}}$, $t_{\text{тепл}}$ – температуры подогретого, холодного и горячего воздуха, °С.

Находятся расчетные потери полного давления в каналах, их величины осредняются и рассчитывается коэффициент местных сопротивлений аппарата по формуле:

$$\zeta = \frac{\Delta P_n}{P_\partial}, \quad (2)$$

где ΔP_n – осредненное значение перепада полного давления, Па;

P_∂ – величина динамического давления, Па;

$$P_\partial = \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (3)$$

ρ, v – плотность и скорость на входе в каналы, м/с.

Модель 1. Теплообменник с обычными пластинами. По формулам (1) и (2) были найдены: температурная эффективность $E_t=49,56\%$ и коэффициент местного сопротивления $\zeta=6,71$.

Модель 2. Конструкция такая же, но с зигзагообразными вставками высотой 4мм и длиной 8мм. По формулам (1) и (2) были рассчитаны: $E_t=65,84\%$, $\zeta=21,97$.

Модель 3. Пластины рекуператора имеют вставки в виде полуокружностей. По формулам (1) и (2) были определены: $E_t=60,63\%$, $\zeta=12,06$.

Модель 4. Пластины имеют волнообразную вставку, высотой 4мм и длиной 8мм. По формулам (1) и (2) были найдены: $E_t=64,54\%$, $\zeta=20,38$.

Модель 5. Пластины имеют волнообразную вставку, высотой 4мм и длиной 16мм. По формулам (1) и (2) были найдены: $E_t=63,7\%$, $\zeta=13,69$.

Из рассмотренных вариантов наиболее рациональной является модель №5, так как в ней достигается больший рост эффективности применения данной формы пластин и каналов при умеренном возрастании коэффициента местного сопротивления.

Источники

1. Посохин. В.Н., Сафиуллин Р.Г., Бройда В.А.. Вентиляция. Учебное издание / Под общей ред. проф. В.Н. Посохина. М.: Издательство АСВ, 2015. 624 с.

2. Богословский В.Н., Поз М.Я. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Стройиздат, 1983.

3. Rafat Al-Wakeda, Mohammad Shakir Nasifb, Graham Morrisonc, MasudBehniad. CFD simulation of air to air enthalpy heat exchanger, Energy Conversion and Management // Energy Conversion and Management. 2010. V.74. P. 377-385.

4. Oyelami A.T., Adejuyigbe S.B., Olusunle S.O. Computational modeling of temperature distribution of streams in recuperative heat exchanger // Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences. 2014. V.5 №8. P. 164-169.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИБОРАМИ УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКОВ СТАНДАРТА МЭК 61131-3

Юлдуз Бекчановна Самигуллина¹, Александр Владимирович Купоросов²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹yulduz.sam11@mail.ru, ²skuporosov@mail.ru

Аннотация: В тезисе предложена автоматизированная система управления приборами учета тепловой энергии и теплоносителя с использованием языков стандарта МЭК 61131-3, предназначенная для устранения проблемы в тепловой системе здания за счет регулирования клапанов, находящихся на подающем и обратном трубопроводах.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, приборы учета, тепловая энергия, датчик, регулирование клапана.

DESIGNING AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR HEAT AND HEAT MEASUREMENT DEVICES USING THE LANGUAGES OF THE IEC 61131-3 STANDARD

Yulduz Bekchanovna Samigullina, Aleksandr Vladimirovich Kuporosov

Annotation: The article proposes an automated control system for metering devices for heat energy and heat carrier using the languages of the IEC 61131-3 standard, designed to eliminate the problem in the thermal system of a building by regulating the valves located on the supply and return pipelines.

Key words: automated control systems, metering devices, heat energy, sensor, valve regulation.

Непрерывность процесса выработки и потребление большого количества тепловой энергии принуждают к постоянному контролю параметров теплоносителя тепловой сети и правильности распределения тепловой энергии по отдельным потребителям.

В последнее время, как показывает практика, особенно остро возникла проблема энергосбережения, в частности, сбережения тепловой энергии. Данная проблема обычно возникает в межсезонье, (особенно это ощущается весной) когда в системах отопления большинства зданий, имеющих «зависимую» схему подключения, например, через элеватор, происходит «перетоп», что не только создает дискомфорт, но и влечет за собой непредвиденные расходы [1].

Технически причина данного «перетопа» может быть исключена только регулированием потребления внутри здания, поэтому в данной

статье разработана и реализована программа по регулированию клапана, находящегося на подающем трубопроводе, посредством сравнения температуры подающего и обратного трубопроводов [4].

Эффективность использования тепловой энергии потребителем определяется разностью температуры, измеряемой в подающем и обратном трубопроводах. Следовательно, чем данная разница температур в системе отопления при определенной температуре окружающей среды выше, тем рациональнее употребляется доставленная потребителю тепловая энергия, и естественно, выше доходы теплоснабжающей организации и генерирующей компании. Другими словами, гораздо прибыльнее продать 1 гигакалорию тепловой энергии при разнице температур в системе теплосети 80 °С, чем 8 °С. В последнем случае при продаже 1 гигакалории тепла затраты на транспортировку теплоносителя будут почти на порядок выше. При этом следует учитывать еще и то обстоятельство, что ввиду отсутствия идеальных теплоизоляционных материалов, происходят неизбежные потери тепловой энергии в теплотрассе при транспортировке [2].

Таким образом, можно полагать, что повышение разниц температур в подающем и обратном трубопроводах неизбежно ведет к снижению тепловых потерь в теплотрассе [3].

Разработанная система управления приборами учета тепловой энергии состоит из датчика температуры на подающем трубопроводе, датчика температуры на обратном трубопроводе, вычислителя разности температур, программируемого логического контроллера 100R-L, автоматики для регулирования клапана и оборудования, расположенного в диспетчерском пункте.

Принцип действия заключается в том, что датчик, находящийся на подающем трубопроводе, непрерывно измеряет температуру горячей воды на входе в здание, в то время как датчик, находящийся на обратном трубопроводе, аналогично измеряет температуру на выходе из здания. Данные датчики передают данные вычислителю разности температур, который и определяет работу автоматики для регулирования клапана (зависимость положения клапана от разности температуры представлена в таблице), также направляет данные в диспетчерский пункт [5].

Таблица

Зависимость положения клапана от разности температур

Разность температур, °С		0 $\leq t \leq 7,5$	7,6 $\leq t \leq 15$	15,1 ≤ $t \leq 22,5$	22,6 $\leq t \leq 30$	≥30,1
Положение регулирующего клапана	Открыт на, %	3 0	40	50	60	0
	Закрыт на, %	7 0	60	50	40	0
Сигнальная лампа		1	2	3	4	

Для разработки прикладной программы выбрана программа *CODESYS V 2.3* и за основу взят ПЛК 100 R-L фирмы ОВЕН. Программа состоит из трех частей.

Первая часть программы создана на языке *StructuredText*, которая рассчитывает разность температур.

Во второй части программы, которая также составлена на языке *StructuredText*, заложены вышеуказанные алгоритмы для изменения положения клапана в зависимости от разницы температур.

Третья часть программы разработана на языке *FunctionBlockDiagram*. Она представляет собой связку всей программы и состоит из двух вышеуказанных функциональных блоков, различных таймеров (*TON*, *TP*), *RS*-триггеров, а также выходов на закрытие клапана и загорание лампы в диспетчерском пункте.

Учитывая тот факт, что непредвиденные затраты на штрафные санкции со стороны теплоснабжающей организации составляют порядка 50-70 тысяч рублей в год, а затраты составят примерно 145 тысяч рублей, можно сделать вывод, что реализация проекта по разработке автоматизированной системы управления приборов учета тепловой энергии и теплоносителя с использованием языков стандарта МЭК 61131-3 и ее внедрению окупаются уже через 2-3 года.

Источники

1. Анисимов Д.Л. О концептуальной модели организации учета тепловой энергии. Коммерческий учет энергоносителей: Труды одиннадцатой Международной научно-технической конференции. СПб, 2000.

2. Кузник И.В. Централизованное теплоснабжение. Проектируем эффективность. Москва : Издательский дом МЭИ, 2008.

3. Лупей А. Г., Каргапольцев В. П. О некоторых методах «экономии» при ведении коммерческого учета воды и тепла: Труды третьего Международного научно-практического форума. СПб, 2003.

4. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя / П-683. Главгосэнергонадзор. М.: Изд-во МЭИ, 1995.

5. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. К.: И ДП «Такісправи», 2007.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ОТОПЛЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧАТЕЛЕМ

Сергеева Диана Вениаминовна¹, Александр Евгеньевич Кондратьев²

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹diana_ag@mail.ru, ²aekondr@mail.ru

Аннотация: Нагревание инфракрасными лучами существовало с момента создания Земли. Самый большой источник инфракрасного обогрева - солнце, которое способно согреть поверхность кожи человека даже в морозную зиму. Тем самым инфракрасное отопление быстро набирает популярность в качестве отопительной системы для дома или офиса, так как имеет значительные преимущества.

Ключевые слова: инфракрасный обогрев, тепловая энергия, экономичность, экологичность.

INFRARED HEATING SYSTEM

Diana Veniaminovna Sergeeva, Alexander Evgenyevich Kondratyev

Abstract: heating by infrared rays has existed since the creation of the Earth. The largest source of infrared heating is the sun, which can warm the surface of human skin even in the frosty winter. Thus, infrared heating is rapidly gaining popularity as a heating system for the home or office, as it has significant advantages.

Keywords: infrared heating, heat energy, economy, environmental friendliness.

С научной точки зрения инфракрасное тепло – это волна электромагнитного излучения. Тепло определяется как энергия, передаваемая за счет разницы температур. Любой объект с температурой выше 0 градусов Кельвина излучает инфракрасную энергию, и когда один объект горячее другого, инфракрасная энергия перетекает от более горячего объекта к более холодному. Поверхность объектов будет играть ключевую роль как в излучении инфракрасной энергии, так и в поглощении излучаемой энергии.

Рассмотрим принцип, применяющий к инфракрасному обогреву жилого дома. Инфракрасные панели излучают тепло на все объекты в пространстве почти так же, как солнце. Когда инфракрасные волны касаются поверхности, тепловая энергия выделяется независимо от температуры окружающего воздуха. Большинство объектов поглощают инфракрасное тепло, а затем медленно выпускают его обратно в пространство. То же самое и с людьми. Тепло - это продукт света, невидимый для наших глаз. Инфракрасный обогреватель дает нам тепло, потому что наша кожа, одежда или другие предметы поглощают свет. При

этом данное инфракрасное излучение максимально приближено к естественному воздействию солнца без вредных ультрафиолетовых лучей. Кроме того, такой обогреватель повышает температуру предметов и человека с высокой энергоэффективностью и имеет преимущества в простом регулировании, экономичности и экологичности.

Простая инфракрасная система состоит из излучателя, который является источником тепла, например, инфракрасная лампа, и отражателя используемого для контроля температуры. Эффективность инфракрасного оборудования в основном зависит от типа используемого источника тепла. Излучатель определяет цвет света, длину волны технологического излучения, температуру процесса и плотность мощности. Электрические и газовые обогреватели чаще всего используются для технологического нагрева. Излучатели классифицируются на основе излучения как коротковолновые, средние и длинноволновые [1]. Поскольку характеристики поглощения образца определяют общее поглощенное излучение, эффективность инфракрасного нагревателя напрямую зависит от типа используемого излучателя.

Для существующей на сегодняшний день системы теплоснабжения характерны значительные потери тепла при подаче отопления и горячей воды потребителю [2]. В отличие от обычного нагрева, передача энергии в инфракрасном диапазоне осуществляется напрямую без потерь энергии в окружающую среду. Это происходит потому, что воздух не поглощает энергию излучения и не нагревает окружающую среду. Таким образом, ИК-излучение проникает непосредственно в образец и обеспечивает быстрый и равномерный нагрев. Это также снижает потребление энергии ИК по сравнению с традиционными методами обработки. Кроме того, после многочисленных исследований ученые установили, что инфракрасное отопление воздействует во многом благоприятно на человека и положительно сказывается на его здоровье [3].

Нагреватели могут обеспечивать тепло, когда и где это необходимо, в зоне, на отдельном термостате или контроллере. К примеру, зональный обогрев достаточно эффективен для ограничения общих затрат на отопление. То есть нет необходимости отапливать весь дом, если используются только пару комнат в определенное время дня. Инфракрасное отопление, спроектированное по зонам, позволяет отапливать конкретно необходимые помещения. Что касается преимуществ инфракрасного отопления: эксплуатационные расходы на инфракрасное отопление значительно ниже по сравнению с другими методами отопления дома или помещения; энергоэффективность, так как ИК-отопление

способно снизить потребление энергии до 50%; обогреватели могут размещаться как на стенах, так и на потолке; простота в обслуживании; прочность и расчет на срок службы более 100 000 часов; панели обогрева можно контролировать индивидуально или с помощью интеллектуального беспроводного управления; удобный метод обогрева, который также благотворно влияет на здоровье; экологичность, так как нагревательные панели изготовлены из переработанного материала. Но стоит учесть, что экологичность заключается в том, что отопительные приборы не должны создавать электромагнитных полей и излучений, отличных (по длине волны и интенсивности) от тех, к которым человек адаптировался на протяжении всего исторического процесса биологической эволюции [4]

Источники

1. Маслов В.В. Системы отопления: экология, экономика, перспективы / Журнал ЖКХ, 2002, №11.

2. Алимкулова С. Р., Кондратьев А.Е. Способ решения проблем энергосбережения в системе теплоснабжения / Научному прогрессу - Творчество молодых: материалы XIV международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам, 2019, Часть 2.

3. Хайруллин Д.А., Терегулов Т.Р. Принцип инфракрасного обогрева // European science. 2016. №12 (22).

4. Маслов В.В. Инфракрасные электронагреватели мягкой теплоты для отопления помещений // Теплый дом, 2001, №5.

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ТОНКОСТЕННОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА ИНТЕНСИФИЦИРОВАННОГО (ТТАИ)

Анастасия Олеговна Федотова¹, Александр Евгеньевич Кондратьев²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹nastya2505fedotova@mail.ru, ²aekondr@mail.ru

Аннотация: Представлены основные сведения о теплообменных аппаратах типа ТТАИ, показаны основные особенности их строения и преимущества применения в системах теплоснабжения.

Ключевые слова: теплообменный аппарат, трубный пучок, интенсификация теплообмена, коэффициент теплоотдачи.

PROSPECTS OF APPLICATION OF THIN-WALLED INTENSIFIED HEAT EXCHANGER (TTAI)

Anastasia Olegovna Fedotova, Alexander Evgenyevich Kondratyev

Annotation: The basic information about heat exchangers of the TTAI type is presented, the main features of their structure and the advantages of using them in heat supply systems are shown.

Key words: heat exchanger, tube bundle, heat transfer intensification, heat transfer coefficient.

Теплообменные аппараты – технические устройства для передачи тепла между греющей и нагреваемой средами. Они широко применяются в теплоснабжении, химической, пищевой, нефтеперерабатывающей промышленности [1]. Все теплообменники подразделяют на контактные и поверхностные, в свою очередь делящиеся на рекуперативные и регенеративные. По конструкции различают кожухотрубчатые, пластинчатые, змеевиковые, теплообменники типа «труба в трубе» и т. д.

Тонкостенный теплообменный аппарат интенсифицированный (ТТАИ) относится к классу кожухотрубчатых, но отличается повышенной интенсификацией теплообмена. Может применяться в системах отопления, вентиляции, кондиционирования, ГВС жилых и производственных зданий, на предприятиях пищевой, химической, машиностроительной отраслей, судах. Имея несколько исполнений, работает со средами с температурами -45 - +300 °С, при давлении до 1,6 МПа.

Основными особенностями данных теплообменников являются:

1) Термодинамически профилированные трубы, обеспечивающие рост тепловой эффективности и эффект самоочистки при использовании;

2)Нерегулярная разбивка при компоновке трубного пучка, снижающая гидравлическое сопротивление межтрубной полости;

3)Входной и выходной патрубки межтрубной полости выполнены в больших диаметрах, чем диаметр корпуса аппаратов, что снижает бесполезные потери напора;

4)Усредненный шаг расположения теплопередающих трубок в трубном пучке увеличивает удельную плотность теплопередающей поверхности и способствует увеличению коэффициента теплоотдачи;

5)Использование трубок малого эквивалентного диаметра, способствующих росту удельной тепловой эффективности, повышению коэффициента компактности и снижению массогабаритных характеристик;

6)Тонкостенные трубки и корпус снижают металлоемкость теплообменного аппарата и исключают необходимость в фундаменте, а также применении грузоподъемных средств при монтаже и демонтаже;

7)В случае, когда используются среды с различными расходами или располагаемыми напорами, очень эффективным оказывается применение сложного варианта теплообменника ТТАИ;

8)Метод «плавающих» трубных решёток установки трубного пучка в корпусе уменьшает термические напряжения, способствуя повышению надёжности работы аппарата. Также создается возможность разборки теплообменника извлечением из корпуса трубного пучка. Это увеличивает ремонтпригодность и позволяет производить агрегатный ремонт аппарата путём замены одного из вышеупомянутых элементов;

9)Разъёмные соединения – «псевдофланцевые», выполняющие соответствующие функции, не имея при этом собственно тяжёлых фланцев. Это снижает массогабаритные характеристики теплообменника;

10).Высоколегированная нержавеющая сталь аустенитного класса или титановые сплавы обеспечивают продолжительный срок службы;

11)В конструкции интенсифицированных теплообменников применяются дистанционирующие перегородки из ленты, изготовленной из нержавеющей сетки, обеспечивающей чистый противоток в корпусе теплообменника [2]. Все эти свойства и индивидуальное проектирование и изготовление аппаратов дает возможность укомплектования ИТП по новому принципу, снижающему стоимость и занимаемую им площадь при высоких показателях эффективности работы теплообменного аппарата [3].

Так, в частности, стало возможным не включать теплообменник в блок-модуль теплового пункта, а размещать его из-за корпуса в виде трубы непосредственно среди трубопроводов, на стене, потолке, либо выносить в соседнее помещение. Это уменьшает размеры блок-модуля и площадь,

необходимую для оборудования теплового пункта [4]. Небольшие затраты на установку и эксплуатацию, довольно низкая по сравнению с другими теплообменниками стоимость, меньший вес и высокая теплопередача создают все условия для их использования для систем теплоснабжения и предприятий различных отраслей народного хозяйства [5].

Источники

1. Кондратьев А.Е., Алимкулова С.Р. Анализ эффективности внедрения индивидуальных тепловых пунктов в систему теплоснабжения // Энергетика и энергосбережение: теория и практика. Сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции: электронный сборник. Под редакцией Каширских В.Г., Лобур И.А. 2018. С. 142.1-142.
2. Барон В. Г. Теплопункты, окупающиеся до начала эксплуатации // Новости теплоснабжения. 2017. № 8 (204).С. 44-48.
3. Семенов В.Г., Барон В.Г., Разговоров А.С. Индивидуальные тепловые пункты нового поколения // Новости теплоснабжения. 2017. № 6. С. 36-38.
4. Барон В.Г. Российские «планшетные» теплопункты как способ снижения бюджетных расходов // Энергосбережение / Теплоснабжение 2018. №1.С. 14-18.
5. Алимкулова С.Р. Эффективность применения автоматизированного индивидуального теплового пункта // Тинчуринские чтения. Тезисы докладов XIII молодежной научной конференции. В 3-х томах. Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. 2018. С. 150-151.

УДК 697.328

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПЛАСТИНЧАТОГО ВОДЯНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

Анна Михайловна Хворысткаина¹, Юрий Витальевич Ваньков²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹amkhv@bk.ru, ²yuvankov@mail.ru

Аннотация: В работе представлены результаты численного моделирования течения воды в каналах пластинчатого водяного теплообменника в продольном сечении. Путем изменения формы канала, образованного пластинами, исследуется зависимость термической и гидродинамической эффективностей от формы сечения.

Ключевые слова: пластинчатый теплообменник, водяной теплообменник, теплообмен, численное моделирование, температурная эффективность.

NUMERICAL SIMULATION OF OPERATION OF PLATE WATER HEAT EXCHANGER

Anna Mikhailovna Khvorystkina, Yuriy Vitalevich Vankov

Annotation: Results of numerical simulation of water flow in channels of plate water heat exchanger in longitudinal section are presented in the work. By changing the shape of the channel formed by the plates, the dependence of thermal and hydrodynamic efficiency on the shape of the section is examined.

Keywords: plate heat exchanger, water heat exchanger, heat exchange, numerical modeling, temperature efficiency.

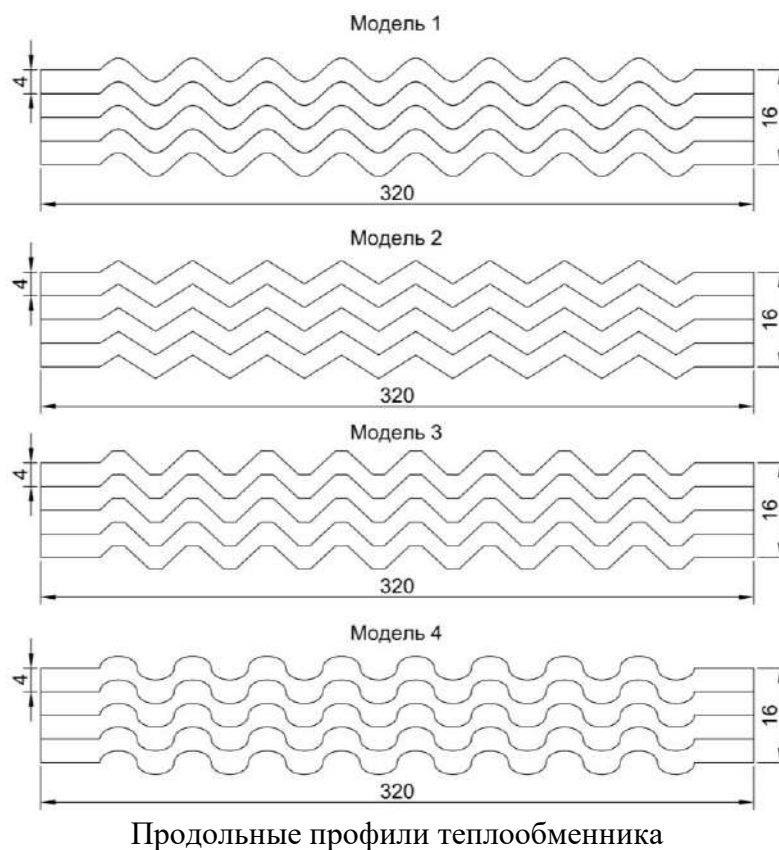
В данной работе применяется метод *CFD* для исследования гидродинамических свойств и теплопередающих характеристик [1,2] в пластинчатом водяном теплообменнике при некоторых выбранных конфигурациях форм теплопередающих пластин.

Пластинчатый теплообменник является устройством, где главным элементом является связка теплопередающих пластин. Данные поверхности имеют сложную структуру, поэтому их эффективность является результатом совместной работы многих конструктивных решений [3]. В зависимости от производителя форма канала, образованного пластинами, будет отличаться. В данной работе рассматривается влияние данного аспекта на эффективность теплопередачи.

При численном моделировании использовалась модель течения жидкости *k-epsilon*. Постоянными величинами принимались: плотность $\rho_0 = 992 \text{ кг/м}^3$, теплоемкость воды $c_p = 4182 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, динамический

коэффициент вязкости $\mu=72,5 \cdot 10^{-5}$ Па·с, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,625$ Вт/(м·К). Толщина пластин 1 мм, по одной половине каналов подается холодная вода, по другой – горячая вода. Длина аппарата и каналов 320 мм, ширина каждого канала 20 мм, высота 4 мм; шероховатость поверхности пластин принята 1,25 мкм (алюминий); скорость движения воды на входе в каждый канал равномерна и составляет 0,1 м/с; внешние стенки каналов – адиабатические; внутренние стенки имеют коэффициент теплопроводности $\lambda_A=202$ Вт/(м·К); температуры на входе в каналы холодной воды 278 К (5 °С), на входе в каналы горячей воды 403 К (130 °С).

Задача решалась в трехмерной постановке. Были рассмотрены четыре варианта форм теплопередающих пластин в продольном разрезе. Сформулированы граничные условия, на основе которых были рассчитаны коэффициенты местных сопротивлений ζ и температурная эффективность E_t для каждой модели теплообменника.



Температурная эффективность рассчитывается по формуле:

$$E_t = \frac{t_{\text{ПОД}} - t_{\text{ХОЛ}}}{t_{\text{ТЕПЛ}} - t_{\text{ХОЛ}}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{ПОД}}$, $t_{\text{ХОЛ}}$, $t_{\text{ТЕПЛ}}$ – значения температур подогретой, холодной и горячей воды, °С.

Находятся расчетные потери полного давления в каналах, их величины осредняются и рассчитывается коэффициент местных сопротивлений аппарата по формуле:

$$\zeta = \frac{\Delta P_n}{P_\partial}, \quad (2)$$

где ΔP_n – осредненное значение перепада полного давления, Па;
 P_∂ – величина динамического давления, Па;

$$P_\partial = \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (3)$$

ρ, v – плотность, кг/м³, и скорость на входе в каналы, м/с.

Модель 1. Теплообменник с синусоидным профилем. По формулам (1) и (2) были найдены: температурная эффективность $E_t=53,79\%$ и коэффициент местного сопротивления $\zeta=68,29$.

Модель 2. Теплообменник с треугольным профилем. По формулам (1) и (2) были рассчитаны: $E_t=50,14\%$, $\zeta=74,25$.

Модель 3. Теплообменник с трапециевидным профилем. По формулам (1) и (2) были определены: $E_t=53,42\%$, $\zeta=79,38$.

Модель 4. Теплообменник с эллипсоидным профилем. По формулам (1) и (2) были найдены: $E_t=53,78\%$, $\zeta=122,17$.

Исходя из результатов исследования, можно сделать выводы о том, что продольный профиль каналов, образованный пластинами теплообменного аппарата, существенно влияет на гидродинамические показатели и почти не влияет на тепловые.

Источники

1. Павловский В.А., Никущенко Д.В. Вычислительная гидродинамика. Теоретические основы. Учебное пособие. Издв-во Лань, 2018. 368 с.

2. Roache P.J. Computational fluid dynamics. Hermosa Publs., Albuquerque, 1976.

3. Банных О.П. Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников. Учебное пособие. СПбНИУ ИТМО, 2012. 42 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ТЭК И ЖКХ

<i>Гусейнов Т.К., Гадирова Т.Т.</i> Определение динамического критерия устойчивости трубчатого резонатора вибрационно-частотного плотномера жидкости.	3
<i>Исакова Г.В., Малёв Н.А.</i> Синтез корректирующего устройства измерительной следящей системы из условия обеспечения минимума интеграла от квадрата ошибки.	6
<i>Кузнецов Б.В., Шабалина А.Ю., Кузнецов А.Б.</i> Особенности системного подхода к проблеме разработки требований к сохраняемостимехатронных объектов.	9
<i>Кузнецов Б.В., Козелков О.В., Кузнецов А.Б., Львова Т.Н.</i> Методологические основы нормирования надёжности объектов мехатроники.	14
<i>Кузнецова А.Д., Смирнова С.В.</i> Измерение уровня воды в мобильной снегоплавильной установке.	18
<i>Ломакин И.В., Хабибуллин Г.Р.</i> Модуль диагностики схемы управления транспортера.	21
<i>Ломакин И.В., Шаймуллина А.Ф.</i> Мехатронный модуль контроля параметров колебаний мышечной ткани.	27
<i>Музилев Е.А., Малёв Н.А.</i> Синтез цифрового фильтра в топливоизмерительной системе.	30
<i>Салахутдинова Г.Ф., Малёв Н.А.</i> Применение метода последовательной коррекции для повышения точности измерений с помощью барометрического высотомера.	34
<i>Салахутдинова Г.Ф., Малёв Н.А.</i> Синтез корректирующего устройства измерительной системы на основе критерия динамической точности.	37
<i>Тарасов В.А., Афанасьев В.В., Ковалев В.Г., Тарасова В.В.</i> Влияние теплофизических параметров зданий на температуру внутреннего воздуха при протекании тепловых переходных процессов.	40
<i>Терентьев С.А.</i> Метод управления, обеспечивающего динамическое подобие технической системы при движении.	44
<i>Шайхутдинова Л.Р., Смирнова С.В.</i> Пьезоэлектрические датчики как средство получения экологически чистой энергии.	47

Секция 2. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД В ТЭК И ЖКХ

<i>Ганиев Р.Н.</i> Многодвигательный электропривод технологической линии производства корда с рекуперацией энергии.	50
--	----

<i>Грачева Е.И., Наумов О.В., Горлов А.Н.</i> Прогнозирование технического состояния и эффективности функционирования электрических коммутационных аппаратов электротехнических комплексов для питания потребителей жилищно-коммунального сектора.	55
<i>Львова Т.Н., Галеев Р.Р., Кузнецов Б.В.</i> Модернизация электропривода насосного агрегата в системе водоснабжения.	60
<i>Малёв Н.А., Проказов А.Н.</i> Алгоритм управления электроприводом с минимальным информационным обеспечением.	63
<i>Малёв Н.А., Проказов А.Н., Погодицкий О.В., Козелкова В.О.</i> Синтез алгоритма управления, оптимального по расходу энергии.	65
<i>Малёв Н.А., Сахинов Р.Г.</i> Алгоритм управления движением электропривода, минимизирующий энергию ускорения.	68
<i>Малёв Н.А., Погодицкий О.В., Сахинов Р.Г.</i> Алгоритм управления движением электропривода с производной управляющей функции.	71
<i>Миназов М.Р., Хуснутдинов А.Н.</i> Дистанционная диагностика проводов и арматуры контактной сети.	74
<i>Мухаметов Г.М., Мухаметгалеев Т.Х.</i> Разработка модели электропривода насоса warman 8/6 F-АНЕ в программном пакете Matlab.	77
<i>Сидоров С.С., Мухаметгалеев Т.Х.</i> Создание модели асинхронного электропривода молотковой дробилки в программном пакете Matlab.	80
<i>Третьяков Н.А., Иванова В.Р.</i> Исследование новых решений по безынерционному регулированию генерируемой реактивной мощности. ...	83
<i>Шипулина У.Н., Мухаметгалеев Т.Х.</i> Расчет параметров элементов модели электропривода зерноочистительно-сушильного комплекса.	86

Секция 3. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЭК И ЖКХ

<i>Аверьянова А.А., Абасев Ю.В.</i> Повышение эффективности работы сетевых подогревателей тепловых электрических станций.	89
<i>Аухадуллин И.Р., Мишин М.В., Галяутдинов И.И., Измайлова А.Р.</i> Виды водяного теплого пола.	92
<i>Галяутдинов И.И., Аухадуллин И.Р., Мишин М.В., Измайлова А.Р.</i> Применение тёплых полов.	95
<i>Гиззатуллина Г.Р.</i> Прогрессивное состояние способов диагностики свойств трансформаторных масел.	98
<i>Евстафьева А.А.</i> Повышение электрической мощности ТЭЦ-ПВС-2 ЧМК ОАО «Северсталь».	101
<i>Кортюкова Д.О., Измайлова А.Р., Чичирова Н.Д.</i> Инфракрасные обогреватели.	104
<i>Миниханова А.Р., Измайлова А.Р.</i> Особенности ТЭС.	107
<i>Мишин М.В., Галяутдинов И.И., Аухадуллин И.Р., Измайлова А.Р.</i> Тёплый пол.	110

<i>Рамазанова Р.И., Логачева А.Г.</i> Энергоэффективность систем накопления энергии на базе аккумуляторных батарей.	113
<i>Саитов С.Р., Кириллова Н.А.</i> Современные проблемы утилизации бытовых отходов крупных городов.	116

Секция 4. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

<i>Будникова И.К.</i> Инструменты дистанционного обучения.	119
<i>Егоров Ю.А.</i> Методика оценки человеко-машинного интерфейса изделия военной техники.	122
<i>Егоров Ю.А.</i> Методика обоснования средств освоения изделия военной техники.	125
<i>Завада Г.В., Реймер М.В.</i> Реализация классических дидактических принципов в условиях дистанционного обучения.	128
<i>Зялаева Р.Г.</i> Самоорганизация и самообразование студента в формате дистанционного обучения.	131
<i>Козиков А.Ю., Михеев А.Ю.</i> Пути повышения эффективности контроля знаний обучающихся.	134
<i>Козиков А.Ю., Новичков А.В., Новичкова О.Е.</i> Вводный контроль, как оценка исходного уровня познавательной деятельности обучающихся.	137
<i>Козиков А.Ю., Новичков А.В., Новичкова О.Е.</i> Научно-методические рекомендации проведения занятий по математике с курсантами специального факультета.	141
<i>Козиков А.Ю., Шманин И.В., Гришин К.Б., Михеев А.Ю.</i> Современный боевой опыт – неотъемлемая часть подготовки курсантов в системе военного образования.	147
<i>Козиков А.Ю., Шманин И.В., Гришин К.Б.</i> Компетентностная модель в военном образовании.	153
<i>Козиков А.Ю., Щулипенко Д.Л., Новичков А.В.</i> Применение тренажеров для подготовки операторов сложных технических систем.	157
<i>Козиков А.Ю., Щулипенко Д.Л., Рытов А.В.</i> Обоснование критериев индивидуальной и комплексной оценки обучаемых на различных уровнях подготовки с использованием тренировочных средств.	161
<i>Козиков А.Ю., Шманин И.В., Гришин К.Б.</i> Некоторые вопросы в совершенствовании подготовки иностранных военнослужащих в Российских военных вузах.	165
<i>Козиков А.Ю., Щулипенко Д.Л., Новичков А.В.</i> Интенсификация образовательного процесса с учетом специфики обучения курсантов.	170
<i>Куценко С.М., Малацион С.Ф.</i> Проблемы дистанционного обучения в условиях пандемии коронавируса.	173
<i>Ляукина Г.А., Новоселова Е.А.</i> Новые задачи в сфере воспитания личности будущего специалиста.	177
<i>Малацион С.Ф., Куценко С.М.</i> Оценка качества образования обучающихся.	180

<i>Миронова Е.А.</i> Система «образовательное учреждение – производство». . . .	183
<i>Надеждина М.Е.</i> Кадровое обеспечение химико-технологических систем в условиях четвертой промышленной революции.	186
<i>Никитина У.О., Зарипова Р.С.</i> Перспективы и возможности мобильного образования.	190
<i>Рукавишников В.А., Прец М.А.</i> Современное профессиональное образование для циркулярной экономики.	192
<i>Рытов А.В., Козиков А.Ю., Щулипенко Д.Л., Соболев Ю.А.</i> Определение общих технических требований к электронным средствам обучения операторов сложных технических систем.	196
<i>Селезнев Д.К., Пелевин О.В.</i> Роль и место «Иннокам» в территориальном развитии Республики Татарстан.	203
<i>Слесаренко З.Р.</i> О воспитании студентов историей.	211
<i>Тахаутдинова Р.М., Зарипова Р.С.</i> Достоинства и недостатки дистанционного образования.	215
<i>Угревский С.В., Халин А.Ф., Чичков А.Н.</i> Концептуальная модель профессиональной подготовки военных инженеров в высшем военном учебном заведении.	218
<i>Федорова Ж.В.</i> Толерантность как социальная компетентность выпускника Вуза.	224
<i>Халин А.Ф.</i> Метод обоснования технико-экономических требований к учебно-тренировочным средствам освоения военной техники.	228
<i>Хуторова Л.М.</i> Эссе ко дню победы: анализ творческих работ студентов КГЭУ, посвященных 75-летию победы СССР в Великой Отечественной Войне.	234
<i>Фомичев С.О., Шманин И.В., Гришин К.Б.</i> Становление артиллерии в составе воздушно-десантных войск в предвоенный период.	237
<i>Щулипенко Д.Л., Козиков А.Ю., Рытов А.В.</i> Автоматизированное управление проведением тренировок операторов сложных технических систем с использованием тренажерного комплекса.	247

Секция 5. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА НА ОБЪЕКТАХ ЖКХ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

<i>Андреев Н.К., Кассем С, Малацион А.С.</i> Влияние типа дефектов цементации скважин на характеристики акустических эхо-сигналов.	253
<i>Ахметвалеева Л.В., Гильфанов К.Х., Галимуллин Н.Р.</i> Особенности программного метода реализации шим режима в современных микроконтроллерах.	256
<i>Вагапов А.И., Иванов Д.А.</i> Особенности работы реле напряжения с токовой защитой для светодиодных светильников уличного исполнения.	259
<i>Елизаров В.Н., Дolidзе А.Н.</i> Автоматизация контроля заправки баллонов техническими газами.	262

<i>Иванов Д.А., Галиева Т.Г., Арсланов А.Д.</i> Разработка бесконтактного устройства диагностики высоковольтных изоляторов.	265
<i>Местников Н.П., Алхадж Ф., Альзаккар А.</i> Применение искусственных нейронных сетей для анализа предаварийных ситуаций на электростанции мухарда (Хама-Сирия).	268
<i>Нгуен В., Садыков М.Ф.</i> Измерение стрелы провеса проводов ВЛ поперiodу их колебаний.	271
<i>Якупов Д.А., Шириев Р.Р.</i> Видеонаблюдение на территории двора.	274

Секция 6. СВЕТОТЕХНИКА

<i>Аирияттов А.А., Чаткин П.Н.</i> Исследование схемы включения светодиодов в осветительных приборах с повышенным классом ИК.	277
<i>Байнева И.И., Кузяков А.В., Шкарин В.И.</i> Метод Монте-Карло для трассировки лучей в оптических системах.	280
<i>Барышев В.Ю., Шириев Р.Р.</i> Очки с переменным фокусом.	283
<i>Денисова А.Р., Исаева О.В.</i> Об актуальности изучения влияния светодиодных источников на качество электроэнергии.	286
<i>Захватов И.О., Прытков С.В.</i> Разработка макетного образца цветодинамической осветительной установки для архитектурного освещения административного здания.	289
<i>Зиганшина И.В., Шириев Р.Р.</i> О солнечной энергетике в России.	292
<i>Калинкин Р.Е., Амелькина С.А.</i> Дизайн-проект энергоэффективного архитектурного освещения фасада административного здания.	295
<i>Крылов М.А., Денисова Н.В.</i> Проектирование интеллектуальной системы освещения с помощью <i>dialux EVO</i>	298
<i>Нестеркина Н.П., Кузнецов Е.А.</i> Расчетные и экспериментальные исследования характеристик компактных бактерицидных ламп в зависимости от напряжения питающей сети.	301
<i>Нестеркина Н.П., Шичавин Е.С.</i> Анализ коэффициента пульсаций светодиодных филаментных ламп различных производителей.	304
<i>Садыков М.Ф., Иванов Д.А., Галиева Т.Г., Хамидуллин И.Н.</i> Веб-сайт для автоматизированного управления системой наружного освещения.	308
<i>Салахутдинов Б.М., Шириев Р.Р.</i> Оптическая система с переменным фокусом.	312
<i>Тукушаитов Р.Х., Сагдиев Р.К.</i> К проектированию измерителя коэффициента нелинейных искажений напряжения электросети, предназначенного для повышения точности определения параметров светотехнических приборов.	315
<i>Тукушаитов Р.Х., Загидуллин А.М.</i> Метрологическое обеспечение определения вариабельности ряда параметров филаментных ламп после их включения.	319

Секция 7. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ ЖКХ

<i>Абдуллина Г.Р., Денисова А.Р., Сибгатуллин Э.Г.</i> Энергоэффективный способ энергосбережения с помощью светильников с датчиками.	324
<i>Иванова В.Р., Гельдыева Р.А.</i> Построение дискретно-событийной имитационной модели.	328
<i>Зинуров В.Э., Галимова А.Р.</i> Исследование зависимости конструктивных изменений энергоэффективного классификатора с соосно-расположенными трубами на эффективность фракционирования сыпучего материала.	332
<i>Купоросов А.В., Самигуллина Ю.Б.</i> Проектирование автоматизированной системы управления технологическим процессом первичной водоподготовки локально очистных сооружений с использованием языков стандарта МЭК 61131-3 в программе CODESYS.	335
<i>Мартынов Д.С., Шириев Р.Р.</i> О высших гармониках системах электроснабжения.	338
<i>Маслахова М.Н., Роженцова Н.В.</i> Использование активных фильтров для повышения качества электрической энергии.	341
<i>Самигуллина Ю.Б., Купоросов А.В.</i> Управление наружным освещением в парковых зонах в темное время суток с использованием автоматизированных систем, разработанных в программе CODESYS.	344
<i>Фетисов Л.В., Маврин Д.Г.</i> Уменьшение времени простоя оборудования путем установки источника бесперебойного питания.	346
<i>Хуснутдинов Р.А., Шириев Р.Р.</i> Значимость современных технологий в области энергосбережения.	350

Секция 8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

<i>Валиева Г.Р., Галеева Г.Г., Зотова Е.А.</i> Методы определения места повреждения в распределительных сетях 6-35 кВ.	353
<i>Горлов А.Н., Грачева Е.И., Шакурова З.М., Блохин Р.Д., Беляков К.Ю.</i> Исследование факторов, определяющих эквивалентное сопротивление магистральных схем электроснабжения.	357
<i>Горлов А.Н., Грачева Е.И., Шакурова З.М., Блохин Р.Д., Беляков К.Ю.</i> Оценка погрешности расчета эквивалентного сопротивления распределительных шинопроводов цеховых сетей.	360
<i>Губаев Д.Ф., Губаева О.Г.</i> Анализ возникновения феррорезонансных процессов в распределительных устройствах 500 кВ.	363
<i>Егорова Н.Г., Хузяшев Р.Г., Кузьмин И.Л.</i> Интегральные параметры сигналов переходных процессов.	367
<i>Ившин И.В., Тюрин А.Н., Ерашова Ю.Н.</i> Особенности внедрения устройств защиты от дугового пробоя в электрических сетях до 1 кВ.	370
<i>Иркагалиева И.И., Хузяшев Р.Г., Кузьмин И.Л.</i> Вычисление параметров существенных признаков осциллограмм сигналов переходного процесса.	375

<i>Маклецов А.М., Галиев И.Ф., Галиев Р.И.</i> Система мониторинга регуляторов напряжения трансформаторов под нагрузкой.	378
<i>Менделеев Д.И., Марьин Г.Е.</i> Водородные энергетические системы на основе возобновляемых источников энергии.	381
<i>Нгуен Т., Гильфанов К.Х.</i> Оценка технико-экономических показателей систем теплоснабжения на основе утилизации тепла потерь трансформаторов подстанций.	384
<i>Романцов М.М., Логачева А.Г.</i> Преимущества замены накопителей энергии в системах оперативного постоянного тока.	387
<i>Сотина Ю.В., Менделеев Д.И., Марьин Г.Е.</i> Проблемы и перспективы энергоснабжения изолированных энергосистем.	390

**Секция 9. КОНТРОЛЬ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ**

<i>Басенко В.Р., Низамиев М.Ф., Ившин И.В.</i> Анализ вибрационных параметров трансформатора ТМН 6300 35/6 кВ с помощью контрольно-измерительного комплекса на основе лазерного виброметра.	393
<i>Калайджян А.Х., Цветков А.Н.</i> Применение датчиков тока и напряжения для мониторинга состояния систем электроснабжения.	397

Секция 10. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ В ЖКХ

<i>Ахметгалиев И.Ф., Кондратьев А.Е.</i> К вопросу очистки биогаза сепарационным методом.	400
<i>Аюпов Р.Р.</i> Повышение энергоэффективности системы теплоснабжения промышленных корпусов путем внедрения термотрансформаторов в систему отопления.	404
<i>Гатауллина И.М., Кондратьев А.Е.</i> Применение теплового насоса со снегоплавильной установкой.	407
<i>Даутов Р.Р., Кондратьев А.Е.</i> Особенности применения теплового насоса для систем теплоснабжения в Республике Татарстан.	410
<i>Измайлова Е.В., Гарнышова Е.В., Ваньков Ю.В.</i> Определение информативных критериев для контроля трубопровода с применением ANSYS.	413
<i>Кондратьев А.Е.</i> Особенности построения геотермальной системы теплоснабжения жилого поселка.	417
<i>Макуева Д.А., Шайхутдинов Я.О., Кондратьев А.Е.</i> Использование систем теплоснабжения жилого дома от солнечных коллекторов.	420
<i>Мукатдаров А.А., Кондратьев А.Е.</i> Калибровка пьезоэлектрических датчиков методом сличения.	423

<i>Мустафина Г.Р., Кондратьев А.Е.</i> Конструкция биогазовой установки для птицефабрики.	425
<i>Нуруллин Н.Ж., Ваньков Ю.В.</i> Численное моделирование работы пластинчатого противоточного рекуператора.	429
<i>Самигуллина Ю.Б., Купоросов А.В.</i> Проектирование автоматизированной системы управления приборами учета тепловой энергии и теплоносителя с использованием языков стандарта МЭК 61131-3.	432
<i>Сергеева Д.В., Кондратьев А.Е.</i> Обеспечение теплового режима отопления помещения инфракрасным излучателем.	436
<i>Федотова А.О., Кондратьев А.Е.</i> Перспектива применения тонкостенного теплообменного аппарата интенсифицированного (ТТАИ).	439
<i>Хворысткина А.М., Ваньков Ю.В.</i> Численное моделирование работы пластинчатого водяного теплообменника.	442

Научное издание

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ
И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД
В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

VI Национальная научно-практическая конференция
(Казань, 10-11 декабря 2020г.)

В двух томах

Том 1

Корректоры: С.Н. Валеева, О.В. Цветкова
Компьютерная верстка: С.Н. Валеева
Дизайн обложки: Ю.Ф. Мухаметшина

Подписано в печать 26.11.2020 г. Тираж 40. Заказ № 5209
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 26,44. Уч. изд. л. 26,65.

Центр публикационной активности
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51.