



Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

«НИРС–2003»

VIII Республиканская научно-техническая конференция

студентов и аспирантов

9-10 декабря 2003 г.

г. Минск

Часть 2

Минск 2003

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

«НИРС–2003»

VIII Республиканская научно-техническая конференция
студентов и аспирантов

9 – 10 декабря 2003 г.
г. Минск

Тезисы докладов

В 7-ми частях

Часть 2

ЭНЕРГЕТИКА. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. ФИЗИКА

Минск 2003

УДК 082+620.9+681.2+53

ББК 31+34.9+22.3

468

В сборнике представлены тезисы докладов VIII Республиканской конференции студентов и аспирантов. Тематика докладов посвящена актуальным проблемам современной науки и соответствует основным направлениям конференции:

- *Аграрно-технические и аграрно-инженерные науки*
- *Архитектура, строительство, транспортные коммуникации*
- *Биология*
- *Информационные технологии, компьютерные сети и системы*
- *История*
- *Математика*
- *Машиностроение*
- *Медицинские и фармацевтические науки*
- *Металлургия*
- *Мировая экономика и бизнес-администрирование*
- *Политология, социология, социальное управление*
- *Правоведение*
- *Приборостроение*
- *Природные ресурсы, ресурсосбережение и экология*
- *Теория, методика и психология преподавания*
- *Транспорт*
- *Физика*
- *Филологические науки*
- *Философия, психология*
- *Химия и химические технологии*
- *Экономика, маркетинг, менеджмент, предпринимательство*
- *Энергетика*

В конце сборника приведен авторский указатель.

Редакционная коллегия:

Б.М. Хрусталеv – д-р техн. наук, профессор
Ф.А. Романюк – д-р техн. наук, профессор
В.Л. Соломахо – д-р техн. наук, профессор
Ю.В. Кравцов – канд. техн. наук
В.М. Тrepачко – канд. техн. наук

ISBN 985-479-076-2 (Ч. 2)
ISBN 985-479-074-6

© Белорусский национальный
технический университет, 2003

Энергетика

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ГИБКИХ ШИН С УЧЕТОМ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОРУ

Е.Г. Пономаренко

Научный руководитель – д.т.н., доцент *И.И. Сергей*
Белорусский национальный технический университет

В соответствии с рекомендациями СИГРЭ, МЭК, а также ГОСТа 30323-95, впервые введенного в республике Беларусь с 01.01.1999 года, для расчета электродинамической стойкости гибких шин ОРУ рекомендуются численные методы расчета.

В основу метода положена расчетная модель провода в виде абсолютно гибкой нити, уравнение динамики которой имеет вид

$$T \frac{\partial^2 \bar{R}}{\partial s_0^2} + \bar{F} = \rho \frac{\partial^2 \bar{R}}{\partial t^2},$$

где $\bar{R}[x, y, z]$ – радиус-вектор мгновенного положения элемента провода; T – тяжеие провода; ρ – масса 1 м провода; \bar{F} – удельное электродинамическое усилие.

При расчете ЭДУ в токоведущих конструкциях с гибкими проводами, расстояния между которыми в десятки и сотни раз превышают их диаметр, провода считаются бесконечно тонкими. В общем виде в системе n гибких проводов суммарные ЭДУ на единицу длины k -го провода определяются по выражению

$$\bar{F}_k = \sum_{j=1}^n d\bar{F}_{kj} / ds_k,$$

где ds_k – длина элемента k -го провода; $d\bar{F}_{kj}$ – ЭДУ на элемент длины k -го провода от j -го (при $k \neq j$); при $k = j$ – собственные ЭДУ, обусловленные криволинейностью провода.

Согласно закону Био, Савара и Лапласа ЭДУ, действующие на элемент k -го проводника в поле j -го, определяются по выражению

$$d\bar{F}_{kj} = \frac{\mu_0 i_k i_j}{4\pi} \left[d\bar{s}_k \times \int_j \frac{d\bar{s}_j \times \bar{R}_{jk}}{|\bar{R}_{jk}|^3} \right],$$

где i_k, i_j – мгновенные значения токов во взаимодействующих проводниках.

Для нахождения векторов элементов длины взаимодействующих проводников $d\bar{s}_k$ и $d\bar{s}_j$ берется производная от векторной функции скалярного аргумента

$$d\bar{s} = \left(\frac{d\bar{R}}{ds} \right) ds.$$

Векторная функция $\bar{R}(s)$ между элементами проводников с токами вычисляется по выражению

$$\bar{R}_{jk} = \bar{R}_k - \bar{R}_j.$$

При разработке алгоритма использованы явная и неявная схемы конечно-разностного метода. Были составлены две модификации компьютерной программы, результаты расчета по которой согласуются с опытными данными Бельгийской лаборатории LABORELEC (табл. 1).

Таблица 1.

| Параметры провода | Западный | | | Восточный | | |
|----------------------|----------|--------|------------|-----------|--------|------------|
| | Опыт | Расчет | Расхожд, % | Опыт | Расчет | Расхожд, % |
| T_{\max} , кН | 16,0 | 18,1 | -13,3 | 16,0 | 16,2 | -1,6 |
| U_{\max} , М | 1,33 | 1,325 | 0,3 | 1,2 | 1,25 | 4,2 |

КП BUSEFM используется в проектной практике и в ходе дипломного проектирования.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛЯСКИ ПРОВОДОВ ВОЗДУШНЫХ ЛЭП

Е.А. Дерюгина, А.П. Андрукевич

Научный руководитель – *П.И. Климкович*

Белорусский национальный технический университет

Значительный ущерб от пляски проводов инициировал ее теоретические, экспериментальные и полевые исследования. Теоретическое изучение пляски существенно усложнено нелинейными зависимостями между аэродинамическими силами, движением и кручением проводов многопролетных участков воздушных ЛЭП. В 1933 году Ден-Гартог первым представил математическое описание механизма и вывел условие пляски в виде неравенства, связывающего только аэродинамические характеристики асимметричного профиля,

$$\frac{\partial C_L}{\partial \theta_a} + C_D < 0,$$

где C_L , C_D – аэродинамические коэффициенты; θ_a – угол атаки.

Ден-Гартог рассматривал вертикальные колебания проводов без учета их закручивания и демпфирования, такие пляски проводов являются довольно редким событием. Более распространена пляска, при которой поступательные колебания проводов синхронизируются с крутильными колебаниями. Л.Д. Пустыльников и В.А. Шкапцов предложили подход к исследованию устойчивости колебаний проводов при условии минимума упрощающих предположений. Авторы выполнили оценку условий аэродинамической неустойчивости колебаний проводов для конкретных воздушных ЛЭП. Для практических целей представляет большой интерес расчет критических скоростей ветра, произведенный А.И. Полевым. Он дополнил условие Ден-Гартога составляющей, учитывающей крутильные колебания проводов.

Физическим основам пляски посвящены работы Л.В. Яковлева, С.С. Ржевского и др. Линеиная теория колебаний проводов при пляске развита профессором В.И. Ванько. Им разработано математическое описание пляски как неустойчивости положений равновесия модели при отличных от нуля скоростях ветра. В.И. Ванько получено условие пляски по Ляпунову, обобщающее условие Ден-Гартога

$$C_L \left(\frac{\partial C_L}{\partial \theta_a} + C_D \right) + C_L \left(C_L - \frac{\partial C_D}{\partial \theta_a} \right) < 0.$$

Комплексный подход к исследованию пляски проводов используют японские исследователи. К. Гото и М. Ямаока. Их исследование производится методом конечных элементов с учетом влияния гасителей колебаний с упруговязкими элементами. Эффективность разработанного ими численного метода расчета доказана многочисленными примерами расчетов и их сравнением с опытными данными, а также результатами полевых наблюдений и подтверждается положительным опытом ограничения и подавления колебаний проводов.

Профессором Лильеном предложена сравнительно простая математическая модель пляски, использующая новую теорию эквивалентной крутильной жесткости расщепленной фазы, которая подтверждается литературными данными, экспериментальными и полномасштабными испытаниями в полевых условиях. К другим способам определения амплитуд пляски проводов относятся методы энергетического баланса и функционального анализа, которые не получили значительного распространения.

При исследовании эффективности устройств ограничения и подавления пляски используются численные методы. Однако по оценкам СИГРЭ, правильная интерпретация статистических данных наблюдений на действующих линиях представляется предпочтительным способом определения эффективности различных устройств гашения пляски.

Несмотря на выполненный большой комплекс исследований и положительный опыт применения различных типов гасителей по сведениям СИГРЭ, отсутствует общее решение проблемы создания единого метода для предотвращения пляски проводов. Поэтому в этой области требуются как теоретические, так и практические работы по применению устройств подавления пляски проводов воздушных ЛЭП.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЯСКИ ПРОВОДОВ МАЛЫХ СЕЧЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ GALSINGL

А.П. Андрукевич, Е.А. Дерюгина

Научный руководитель – *П.И. Климкович*

Белорусский национальный технический университет

Повреждаемость проводов сельских ВЛ 10 кВ на один–два порядка выше повреждаемости проводов ВЛ высоких классов напряжения. Значительная часть этих повреждения связана с низкочастотными колебаниями (пляской) проводов [1]. Исследования показали высокую предрасположенность проводов сельских ВЛ 10 кВ к пляске, что определяется особенностями их конструктивного исполнения: малая крутильная жесткость проводов, незначительная их масса, значительное отклонение формы поперечного сечения провода с гололедом от круга. Усилия, действующие на траверсу при пляске проводов, приводят к ослаблению вязки и как следствие к разрегулировке стрел провеса проводов и перетиранию проволок провода об изолятор.

Возникновению пляски, как правило, предшествует разворот провода вокруг оси. Ввиду малой крутильной жесткости разворот у проводов АС–35/6,2 и АС–50/8 возникает при незначительных односторонних отложениях льда с толщиной стенки 6–7 мм. Скорость ветра при пляске составляет 2–20 м/с, температура воздуха 0– -18 °С. Пляска происходит с одно, двумя (в большинстве зафиксированных случаев), четырьмя и шестью полуволнами на пролет. Для изучения пляски проводов в естественных условиях построен комплекс экспериментальных ВЛ.

Наиболее актуальными практическими задачами изучения пляски проводов являются определение максимальных амплитуд колебаний, динамических усилий в элементах линий, а также разработка эффективных и экономических средств ее подавления и предупреждения повреждений. Определение максимальных амплитуд пляски имеет большое практическое значение для выбора расположения проводов на опоре и определения их возможного приближения во время пляски к земле и пересекаемым объектам.

Возбуждение и поддержание пляски проводов обусловлено асимметричным гололедным осадком на них. Он играет основную роль в изменении подъемных сил и моментов, действующих на колеблющиеся провода. Существенное влияние на динамические характеристики пляски проводов оказывает профиль гололеда. Для исследования динамических характеристик пляски использованы уравнения динамики проводов, полученные в предположении об отсутствии волны тяжения вдоль провода в пролете. Математическая модель пляски одиночных проводов включает уравнения динамики проводов, поддерживающих гирлянд изоляторов в промежуточном и натяжных – в анкерном пролетах. Для нахождения начального положения провода используются уравнения статики.

Исследование проводится с помощью разработанной компьютерной программы (КП) GALSINGL, в которой реализован численный метод расчета пляски проводов ВЛ. Она позволяет найти амплитуды колебаний проводов при пляске, максимальные и минимальные тяжения, а также определить характер процесса: развитие автоколебаний или их затухание.

Для оценки достоверности расчетов по КП проводится сравнение результатов расчета по ней с опытными данными зарубежных исследователей, для провода АС-95/16 в пролете длиной 100 м. Сопоставление результатов численного расчета и данных приводится на рисунке.

Литература

1. Усманов Ф.Х., Кабашов В.Ю., Максимов В.А. Анализ отключений ВЛ 6–10 кВ. // Электрические станции. – 1980 – № 8.

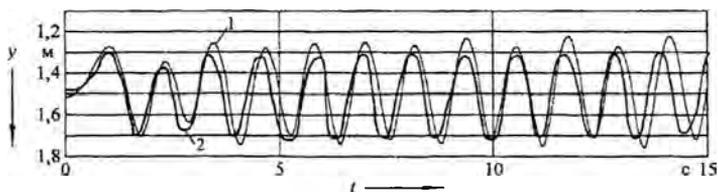


Рис. Колебания проводов в вертикальной плоскости:
1 – расчет по КП; 2 – опытные данные

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОСЦИЛЛОГРАФОВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ АВАРИЙНЫХ СОБЫТИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ НА ВОЗДУШНЫХ ЛЭП

А.В. Рождественский

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Ф.А. Романюк*
Белорусский национальный технический университет

При расследовании аварийных отключений чрезвычайно важно иметь в наличии точную временную картину происходивших переходных процессов, а также последовательность действий релейной защиты и автоматики (РЗА) для выявления возможных неверных действий последних.

В настоящее время рядом производителей осуществляется выпуск цифровых осциллографов (регистраторов аварийных событий), позволяющих фиксировать параметры аварийного режима. Данные устройства отличаются друг от друга, как правило, конструктивным исполнением, а также количеством регистрируемых аналоговых и дискретных каналов.

Кроме непосредственно записи параметров аварийного режима, цифровые осциллографы предоставляют пользователю ряд сервисных функций, среди которых возможность передачи осциллограмм как на ПЭВМ, находящуюся в пределах электростанции (подстанции), так и на удаленную ПЭВМ по модему, с целью просмотра и распечатки в удобной для пользователя форме. Одной из функций программного обеспечения, поставляемого совместно с прибором, является определение места повреждения (ОМП) по параметрам аварийного режима ЛЭП. Пользователь по желанию может записать любую зарегистрированную осциллографом аварию на гибкий магнитный диск, а также изменить конфигурацию цифрового осциллографа (коэффициенты преобразования рассчитываемых величин, параметры контролируемой линии и т.п.) с магнитного диска. Подобная необходимость возникает при отсутствии на электростанции (подстанции), на которой установлен осциллограф, локальной сети, либо при выходе её из строя по каким-либо причинам.

Большинство цифровых осциллографов, помимо непосредственно записи аварий, позволяет производить измерение параметров нормального режима, а также выполнять расчет в реальном времени активной, реактивной мощностей и др. Данные функции делают возможным применение осциллографов в качестве устройств нижнего уровня АСУ ТП, посредством которых осуществляется сбор и передача на верхний уровень АСУ информации о параметрах текущего режима работы оборудования электростанции (подстанции).

Определение места повреждения воздушных линий (ВЛ) электропередачи остается важной оперативной задачей, имеющей большой экономический и технический эффект.

Точность определения места повреждения на воздушных линиях электропередачи по параметрам аварийного режима в значительной степени определяется достоверностью и объемом фиксируемой в них информации о значениях токов и напряжений, а также совершенством алгоритмов, с помощью которых осуществляется обработка данной информации.

Анализ погрешностей алгоритмов, применяемых в настоящее время для расчета места повреждения, показывает, что наиболее совершенными являются алгоритмы, использующие двухсторонние замеры параметров аварийного режима. При этом возникает задача синхронизации цифровых осциллограмм, полученных в результате работы цифровых осциллографов, установленных на противоположных концах линии. Данная проблема может быть решена посредством подключения к цифровым осциллографам приемников спутниковых систем глобального позиционирования. При этом синхронизация осциллограмм осуществляется при помощи нанесенных временных отметок. Синхронизация необходима также при использовании алгоритмов ОМП, учитывающих ток в линиях, имеющих взаимную индукцию с поврежденной линией.

Применение цифровых осциллографов совместно с программами определения места повреждения линий позволяет существенно сократить эксплуатационные расходы в электросетях, а также повысить надежность электроснабжения, и, тем самым, сократить расходы, связанные с недоотпуском электроэнергии потребителю.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКОВ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ГИБКИХ ШИН ОРУ ПО ДОПУСТИМОМУ ИМПУЛЬСУ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ

Саммур Ваиль Махмуд

Научный руководитель – д.т.н., доцент *И.И. Сергей*
Белорусский национальный технический университет

В ПУЭ в качестве критерия недопустимого сближения проводов шин ОРУ используется величина тока короткого замыкания в 20 кА. Однако важную роль в сближении проводов при КЗ играет не только величина тока, но и продолжительность КЗ, а также геометрические размеры гибких шин ОРУ. Таким образом, критерий должен быть комбинацией параметров проводов геометрических размеров шин и характеристик КЗ, при которых может произойти недопустимое сближение фаз.

В докладе излагается простой и физический наглядный метод определения токов электродинамической стойкости гибких шин ОРУ, основанный на использовании допустимого импульса ЭДУ – критерия недопустимого сближения фаз. При расчетах импульсов ЭДУ при различных видах КЗ принимается, что провода являются параллельными нитями заданной длины, лежащими в одной плоскости и учитывается увеличение расстояния между ними в момент отключения КЗ

$$S^{(2)} = 0,2 \frac{l}{a_{cp}} [I_{no}^{(2)}]^2 (t_k + T_a) \cos \frac{\alpha_k}{2},$$

где S – импульс ЭДУ; I_{no} ; t_k – продолжительность КЗ, с; a_{cp} – среднее расстояние между проводами в момент отключения КЗ, м; l – длина провода, м; α – угол максимального отклонения провода; $I_{no}^{(2)}$ – периодическая составляющая тока двухфазного КЗ; .

Допустимые горизонтальные отклонения фаз гибких шин являются функцией табличных минимальных допустимых расстояний по ПУЭ.

При выводе формулы для $S_{дон}$ уравнение энергетического баланса запишем в следующем виде

$$0,75J \frac{(S^{(2)})^2}{(\rho l)^2 f_0} = \frac{2}{3} f_0 l g \rho (1 - \cos \alpha),$$

где α – максимальный угол отклонения фазы после отключения КЗ

Пренебрегая величиной угла α_k , можно записать

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{f_0^2 - (Y_{дон}/K_I)^2}}{f_0}.$$

После подстановки в уравнение энергетического баланса и упрощения получим приближенную формулу для допустимого импульса ЭДУ

$$S_{дон} = 3,3\rho l \sqrt{f_0 - \sqrt{f_0^2 - (Y_{дон})^2}},$$

где $Y_{дон} = 0,5(a - a_{\min \text{ дон}}) - r_p$; $a_{\min \text{ дон}}$ – наименьшее допустимое расстояние между фазами в момент их наибольшего сближения, м; r_p – радиус провода или радиус расщепления фазы; f_0 – стрела провеса.

Принимаем $S_{дон} = S^{(2)}$ и из полученного выражения найдем ток электродинамической стойкости гибких шин ОРУ. Более простым решением является использование дополнительного условия проверки недопустимых отклонений и сближений проводов $S^{(2)} \leq S_{дон}$ без определения тока электродинамической стойкости.

Достоверность расчетов сближения проводов подтверждена компьютерными расчетами по программе BUSEF.

АНАЛИЗ МНОГОМЕРНЫХ ЗВЕНЬЕВ С ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ

А.В. Козлов

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.И. Луковников*
Гомельский государственный технический университет

Многомерные динамические звенья бывают как пассивными, так и активными. Под пассивным многомерным звеном понимается звено, входной и выходной сигналы которого, имеют одинаковую размерность. У активного многомерного звена на выходе размерность отличается от размерности входного сигнала. Многомерные звенья без обратных связей для анализа не представляют особых затруднений [1].

Трудности возникают при рассмотрении многомерных динамических звеньев с обратными связями. Пассивное динамическое звено с обратной связью (рис.1) для анализа также не представляет затруднений и описывается передаточной функцией (1)

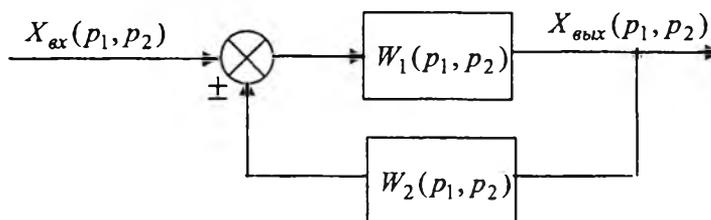


Рис.1. Многомерная структурная схема пассивного звена с обратной связью

$$W(p_1, p_2) = \frac{W_1(p_1, p_2)}{1 \pm W_1(p_1, p_2) \cdot W_2(p_1, p_2)} \quad (1)$$

Активные многомерные звенья с обратными связями следует рассматривать дифференцировано. Активные звенья без динамических блоков (интегрирующих, дифференцирующих и др.) в прямом канале и канале обратной связи (рис.2) описываются уравнением (2)

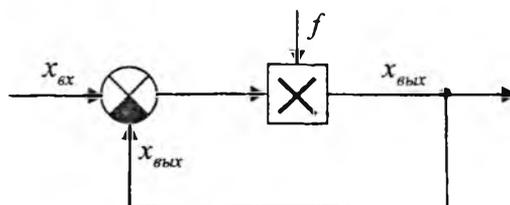


Рис.2. Временная структурная схема активного четырехполюсника с обратной связью

$$x_{\text{вых}} = x_{\text{вх}} \cdot \frac{f}{1 + f} = x_{\text{вх}} \cdot \varphi, \quad (2)$$

где φ – опорная временная функция

Теперь видно, что введение обратной связи просто преобразует исходный блок перемножения без обратной связи, но с другой опорной временной функцией φ . Таким образом, активное многомерное звено с обратной связью преобразуется к виду обычного активного звена, неохваченного обратной связью.

Активные динамические звенья, имеющие в прямом канале или канале обратной связи динамические блоки, следует анализировать либо во временной области, решая дифференциальное уравнение, либо использовать одномерное преобразование Лапласа, так как многомерное преобразование для этого случая не применимо.

Литература

1. Луковников В.И., Козлов А.В. Типовые многомерные динамические звенья // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого.-2000.-№2.-с.47-54.

ЭНЕРГЕТИКА РЕДУКТОРНЫХ И БЕЗРЕДУКТОРНЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРИВОДОВ

А.В. Бескровный, Ю.А. Рудченко

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.И. Луковников*

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого

В работах [1-2] было уделено много внимания анализу энергетики безредукторных асинхронных приводов, работающих в периодических режимах, через понятие обобщенного КПД для комплексной оценки. Имеется необходимость в исследовании обобщенного КПД приводов, в котором асинхронный двигатель работает во вращательном режиме, а колебательное движение получается с помощью редуктора, например, кривошипно – шатунного механизма. Уравнение движения в этом случае будет иметь вид

$$M - Mc(\varphi) = J(\varphi) \cdot \frac{dw}{dt} + \frac{w^2}{2} \cdot \frac{dJ(\varphi)}{d\varphi}.$$

Можно как и в случае с безредукторным приводом выходную мощность разделить на активную и реактивную [2]. Тогда понятие обобщенного КПД можно будет применить к редукторным периодическим приводам, что позволит наиболее полно сравнить энергетические показатели колебательных приводов, построенных на разных принципах получения периодического движения.

Система уравнений для расчета механической энергии (блок 4 [1]) изменится следующим образом:

1. Мгновенное значение механической мощности:

$$P_{\text{мех}}(t) = v(t) \cdot F_{\text{мех}}(t),$$

2. Активная механическая мощность:

$$P_{\text{мех}} = \frac{1}{T_{\text{кол}}} \cdot \int_0^{T_{\text{кол}}} P_{\text{мех}}(t) \cdot dt,$$

3. Действующее значение скорости колебаний:

$$V = \sqrt{\frac{1}{T_{\text{кол}}} \cdot \int_0^{T_{\text{кол}}} v^2(t) \cdot dt},$$

4. Действующее значение усилия колебаний:

$$F_{\text{дейс}} = \sqrt{\frac{1}{T_{\text{кол}}} \cdot \int_0^{T_{\text{кол}}} F_{\text{мех}}^2(t) \cdot dt},$$

5. Полная механическая мощность:

$$S_{\text{мех}} = V \cdot F_{\text{дейс}},$$

6. Реактивная механическая мощность:

$$Q_{\text{мех}} = \sqrt{S_{\text{мех}}^2 - P_{\text{мех}}^2}.$$

В докладе показывается эффективность предложенного подхода к сравнительному анализу энергетики периодических приводов различных принципов построения для оценки их энергетических характеристик.

Литература

1. Луковников В.И., Бескровный А.В., Спорик А.Е. Математическая модель анализа электропотребления электромеханических преобразователей//Вестник ГГТУ. – 2000. – №3 – С. 3–9.
2. Погуляев М.Н., Спорик А.Е., Бескровный А.В. Проблема анализа энергообмена в динамических режимах асинхронных электродвигателей// Современные проблемы машиноведения. – 2000. С. 180–182.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СТЕНДОВ ИСПЫТАНИЯ ПРУЖИН

Ю.А. Рудченко, А.В. Туренкова

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.И. Луковников

Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого

Повышенные требования к мощности, точности и долговечности современных машин связаны с необходимостью улучшения качества упругих элементов этих машин, их выносливости и надежности в условиях высоких циклических напряжений.

Один из путей повышения надежности работы упругих элементов является развитие и совершенствование методов и средств их стендовых испытаний.

Для динамических испытаний пружин широко применяются стенды с кривошипно-кулисными, кривошипно-шатунными, и кривошипно-эксцентриковыми механизмами [1]. Данные стенды основаны на использовании различных механических преобразователей вращательного движения в линейное колебательное. Обобщенная функциональная схема таких стендов будет выглядеть следующим образом.

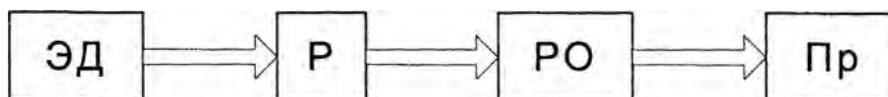


Рис. 1. Обобщенная функциональная схема испытательных стендов пружин: ЭД — электродвигатель, Р — редуктор (механический преобразователь вида движения), РО — рабочий орган, Пр — испытываемая пружина, стрелки указывают направление, в котором передается движение (энергия).

В данной работе предлагается новый оригинальный принцип построения стендов испытания пружин на базе линейного асинхронного электродвигателя (ЛАД) работающего в автоколебательном режиме (рис2). Для создания автоколебательного режима в таком стенде не требуется создавать консервативную пару «масса – упругость», поскольку она возникает естественным образом в виде «масса бегуна ЛАД – упругость испытываемой пружины». Причем однофазное электропитание индуктора и специальное исполнение бегуна дает требуемую нелинейную (Z-образную) механическую характеристику двигателя для компенсации сил диссипации [2]. Данный принцип построения стендов испытания пружин делает их экономически более выгодными, так как:

- не требуется применение различных механических преобразователей движения, что ведет к снижению материалоемкости стенда;
 - в качестве рабочего органа используется бегун ЛАД, что так же снижает материалоемкость;
 - ЛАД работает в автоколебательном режиме, что приводит к экономии электроэнергии.
- Обобщенная функциональная схема таких стендов будет выглядеть следующим образом

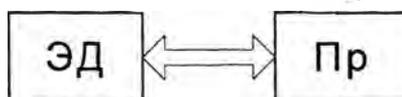


Рис. 2. Функциональная схема разрабатываемого автоколебательного испытательного стенда.

В докладе сообщается о результатах разработки и исследования подобных испытательных стендов пружин.

Литература

1. Остроумов В.П. Производство винтовых цилиндрических пружин. – М., «Машиностроение», 1970, 137с.
2. Луковников В.И., Рудченко Ю.А. Анализ электромеханической автоколебательной системы «Асинхронный электродвигатель – упругий элемент» // Вестник ГГТУ им. П.О.Сухого. – 2003. – №1. – С. 61-66.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ ДЛЯ РАСЧЁТОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА БРОНЕВОГО ТИПА

Ю.Л. Василевский

Научный руководитель – *В.Н. Сацкевич*

Белорусский национальный технический университет

Электромагниты получили широкое распространение в различных областях промышленности. В настоящее время существуют электромагниты массой от нескольких десятков грамм до нескольких тонн. Они содержатся во многих бытовых приборах – электробритвах, магнитофонах, телевизорах и т.п. Электромагниты являются неотъемлемой частью электрических машин. Развивающейся областью применения электромагнитов является медицинская аппаратура. Особой областью применения электромагнитов являются электромагнитные механизмы.

Применение информационных технологий в расчётах электрических магнитов постоянного тока позволяет быстро и качественно производить необходимые расчёты с минимальными затратами интеллектуального труда и времени инженерного персонала и дает возможность инженерному персоналу сосредоточиться на решении более сложных задач.

Особой областью применения электромагнитов являются электромагнитные механизмы. В них электромагниты используются в качестве привода для осуществления необходимого поступательного перемещения рабочего органа или поворота его в пределах ограниченного угла, или для создания удерживающей силы.

Разработанная программа предназначена для расчёта электромагнитов постоянного тока броневое типа. Она позволяет производить расчёт магнитных цепей для различных марок сталей с учетом аппроксимированных кривых намагничивания, учитывать потоки рассеивания и определять требуемую магнитодвижущую силу (м.д.с.) I_w по заданному значению магнитного потока Φ_δ в воздушном зазоре. При этом определяются значения магнитного потока и падение магнитного потенциала на отдельных участках магнитной цепи и рассчитывается статическая тяговая характеристика.

При расчёте обмотки электромагнита определяется число витков и диаметр провода в зависимости от его марки и способа укладки, проверяется размещение обмотки в обмоточном окне магнитной системы. Программа рассчитывает мощность, потребляемую обмоткой, температуру её нагрева, определяет допустимое время включения обмотки в сеть и делает выводы о работоспособности электромагнита.

Исходными данными для работы программы являются: сила тяги электромагнита (Н), напряжение питания (В), геометрические параметры электромагнита (м), марка стали и обмоточного провода, а также величины воздушного и паразитного зазоров (м).

Программа, разработанная на языке программирования Delphi-5.5, для Windows 95/98 и выше, имеет графический интерфейс, обеспечивающий удобную работу с многофункциональным программным обеспечением при одновременном упрощении интерфейса с пользователем.

На экране дисплея иллюстрируется эскиз электромагнита в соответствии с заданными параметрами, эпюры распределения магнитных потоков вдоль сердечника и разности магнитных потенциалов, а также, если расчет выполнен корректно, моделируется процесс притяжения якоря после подачи напряжения на его обмотку. Если расчёты магнитной цепи или обмотки не корректны, то появляется сообщение о необходимости скорректировать исходные данные. Когда в процессе определения степени нагрева обмотки её температура окажется выше допустимой для данного класса изоляции, то программа выдает об этом сообщение и на экране монитора в изображении электромагнита моделируется процесс её перегрева и цвет обмотки становится тёмно-красным.

Так как для успешного расчёта магнитной цепи исходные данные должны быть заданы корректно, то для ввода информации можно использовать или скорректировать исходные данные, предложенные программой.

В программе имеется также удобная система помощи, позволяющая разобраться в особенностях работы программы и более детально изучить все её возможности. Разработанная

программа позволяет также производить корректировку расчёта электромагнита с учётом заданного сечения, марки провода, а также способа укладки обмотки.

Благодаря удобству и простоте работы с программой, пользоваться программой могут не только специалисты, но и люди, не обладающие глубокими знаниями в области электромагнитов.

ТЕРМОГРАФИЧЕСКИЙ И ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

А.В. Свистуленко

Научный руководитель – д.т.н., профессор *К.Ф. Степанчук*
Белорусский национальный технический университет

Общеизвестно, что своевременное выявление отклонений технического состояния электротехнического оборудования приводит к значительному снижению затрат на его ремонт и предотвращает ущерб от вероятных отказов.

Среди методов оценки состояния энергетических установок последние годы все более широкое распространение получает инфракрасная термография. Тепловизоры обеспечивают возможность получения картины теплового поля исследуемого объекта и его температурного анализа. Оправданность высокой стоимости аппаратных средств инфракрасного термографического обследования обусловлена широкими возможностями по обследованию электротехнического оборудования в республике, которое выработало свой ресурс или приближается к этому пределу. Это современная недостаточно разработанная методика, которая должна привести к новым результатам, что позволит увеличить надежность и снизить аварийность высоковольтного оборудования.

Возможность тонкой оценки температуры (до долей градуса) контролируемой поверхности или элемента позволяет следить за температурным полем аппарата. Например, температурное поле исправного трансформатора тока будет отличаться от температурного поля трансформатора тока при развитии внутренних повреждений в нем. Однако исследования и опыт оценки состояния по признакам температурных полей применительно к условиям Республики Беларусь находятся пока в стадии начальных разработок. [1].

Современное состояние проблемы в инфракрасной термографии характеризуется острой нехваткой информации об опыте обследования объектов. Это приводит к низкой эффективности использования дорогостоящей аппаратуры, к ошибкам в оценке реального состояния оборудования и как следствие к отказам силового оборудования. [2].

Можно уверенно предположить, что номенклатура работ по тепловизионному контролю электротехнического оборудования может быть значительно расширена, что позволит более успешно диагностировать его состояние.

Литература

1. Степанчук К.Ф. Контроль и диагностика изоляции машин и аппаратов: Учебно-методическое пособие для студентов специальностей 10.01 и 10.04. – Мн.: БГПА, 1995. – 70 с.

2. Инфракрасная термография в энергетике. Том 1. Основы инфракрасной термографии / А.В. Афонин, Р.К. Ньюпорт, В.С. Поляков и др. Под ред. Р.К. Ньюпорта, А.И. Таджибаева. – СПб.: Изд. ПЭИПК, 2000 г. – 240 с.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ НЕДОСТОВЕРНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ

Ю.Л. Василевский

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.А. Анищенко*
Белорусский национальный технический университет

Для повышения надёжности работы энергетического оборудования целесообразно в ряде случаев дублировать, а иногда – троировать измерения ответственных технологических переменных, что особенно актуально для атомных электростанций. Возникающая благодаря резервированию информационная избыточность даёт возможность организовать программно – логический контроль достоверности показаний датчиков информации.

Применяемый алгоритм контроля достоверности измерений позволяет обнаружить наличие недостоверных результатов измерений с последующей их локализацией и определением наиболее вероятного значения контролируемой переменной. В основу алгоритма положена мажоритарная схема “2” их “3”, дополненная анализом степени нарушения допустимых небалансов попарных разностей измеряемых данных. Обнаружение недостоверных данных производится путём сравнения модулей попарных разностей синхронных показаний резервированных датчиков, а также модулей разностей показаний каждого из этих датчиков, произведённых в текущий и предшествующий моменты времени, с допустимыми небалансами. Последние назначаются в зависимости от классов точности датчиков и априорной информации о скоростях изменения контролируемых переменных в нормальных режимах работы.

Локализация недостоверных показаний датчиков производится на основе анализа присутствия датчиков в разностях, модули которых превышают допустимые небалансы. При этом должны учитываться знаки всех разностей и величины их отклонений от допустимых небалансов. Анализируя модули попарных разностей синхронных показаний датчиков, произведённых в текущий и предшествующий моменты времени, следует рассматривать всю систему неравенств в целом. Это позволяет избежать ошибочной локализации, когда коррекция предполагаемых недостоверных показаний приводит к появлению новых недопустимо больших разностей показаний, а также даёт возможность располагать подозреваемые в недостоверности показания по степени их вероятностей. Данная задача может быть решена методом линейного программирования.

После локализации недостоверных показаний приборов производится определение наиболее вероятного значения контролируемой переменной с учётом классов точности приборов, показания которых достоверны.

Теоретической основой предполагаемого метода является использование неких выявленных закономерностей в соотношениях между значениями измеренных параметров и их попарными разностями, что позволяет искусственно связать одну из искомым величин функциональной зависимостью от двух других, то есть привести систему из трёх зависимых уравнений к трём неизвестными к системе с двумя неизвестными.

Подобный метод позволяет осуществлять практически непрерывное наблюдение за изменением погрешностей оцениваемых параметров измерительных систем по отношению к их начальной погрешности (калибровки), не прибегая к использованию внешней корректирующей информации.

Главным преимуществом предполагаемого метода является его автономность, то есть независимость от средств внешней коррекции и возможность непрерывно наблюдать за изменением конкретных, а не статистических погрешностей. Кроме этого, основного, преимущества, метод имеет некоторый выигрыш в точности по сравнению с методами осреднения или сглаживания. Погрешность оценки в предполагаемом методе не зависит от статистических и спектральных свойств измеряемых сигналов, а определяется лишь выполнением некоторых формальных правил.

РАСЧЁТЫ СТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ СЛОЖНОЗАМКНУТЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НА ЭВМ

А.А. Золотой

Научный руководитель – д.т.н., профессор *М.И. Фурсанов*
Белорусский национальный технический университет

Разработаны и апробированы усовершенствованные алгоритм и программа для расчёта и анализа стационарных режимов основных электрических сетей. В основу алгоритма положен расчёт напряжений в узлах электрической сети методом Ньютона по параметру. Алгоритм ориентирован на расчёт электрических сетей больших объемов. Предельный объём обчислительной схемы определяется только возможностями используемой ЭВМ. Решение системы линейных алгебраических уравнений на каждом шаге выполняется методом двойной факторизации с применением оптимальной стратегии исключения неизвестных. Расчёт напряжений нагрузочных узлов проводится как с учётом, так и без учёта статических характеристик нагрузок. Предусмотрена возможность задания статических характеристик нагрузки для каждого узла схемы в виде полинома четвёртой степени или использования типовых характеристик. Если статические характеристики не учитываются, то в расчётах участвуют постоянные нагрузки узлов, заданные в исходных данных.

Система нелинейных уравнений, описывающая стационарный режим работы основной электрической сети, записывается в форме баланса активных и реактивных мощностей в декартовой системе координат. Переменными являются действительные и мнимые составляющие напряжений в узлах электрической сети.

На основании принципиальной схемы электрической сети составляется её эквивалентная схема замещения, содержащая $n+1$ узлов и m ветвей, обозначаемые соответственно как множество узлов N и множество ветвей V . Множество N состоит из трёх подмножеств: $BV \in N$, $PU \in N$ и $Q\delta \in N$ генераторных узлов, на которые работают электростанции или регулируемые источники реактивной мощности (ИРМ), а также подмножества $PQ \in N$ нагрузочных узлов. Подмножества BV , PU и $Q\delta$ отличаются между собой только способами моделирования генераторных узлов. Узлы подмножества BV моделируются заданием модуля и фазы напряжения. Зависимыми переменными здесь будут генерации активных и реактивных мощностей. Узлы подмножества PU моделируются заданием модулей напряжений и генерациями активных мощностей. В качестве зависимых переменных для PU -узлов принимаются генерации реактивных мощностей и фазы напряжений. Узлы подмножества $Q\delta$ моделируются заданием фаз напряжений и генерациями реактивных мощностей. Зависимыми переменными здесь — генерации активных мощностей и модули напряжений. Узлы с заданными P_i и U_i и принадлежащие подмножеству PU , называются узлами *опорными* по напряжению.

Множество ветвей V состоит из подмножества трансформаторов T , $T \in V$ и подмножества линий L , $L \in V$.

Учет ограничений. Найденные в результате решения УУР зависимые параметры режима могут не удовлетворять условиям допустимости режима, поэтому при расчёте установившегося режима предусмотрен учёт ограничений в форме неравенств, наложенных на реактивные мощности генераций в PU -узлах, и на активные мощности генераций в $Q\delta$ -узлах.

Литература

1. Фурсанов М. И. Золотой А. А. Алгоритм и программа расчёта установившихся режимов основных электрических сетей энергосистем // Вестник БГПА. – 2002. – № 1. – с. 60 – 63.
2. Золотой А. А. Расчёт установившихся режимов сложноразветвлённых электрических сетей методом Ньютона // «Энергосбережение. Электроснабжение. Автоматизация». Материалы международной научно-технической конференции (22–23 ноября 2001 г., г. Гомель). – Гомель: ГГТУ, 2001, с. 76–78.

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ СЛОЖНОЗАМКНУТОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕЛЕМЕХАНИЧЕСКИХ РЕЖИМНЫХ ДАННЫХ

А.А. Золотой

Научный руководитель – д.т.н., профессор *М.И. Фурсанов*
Белорусский национальный технический университет

В последние годы в энергосистемах Республики Беларусь все большее внимание уделяется развитию средств телемеханики, позволяющих оперативно управлять режимами электрических сетей в реальном времени. В связи с этим изменяются требования к математическому и программному обеспечению, используемому персоналом электросетевых предприятий для управления электрическими режимами. Телеизмерения и телесигнализация, осуществляющие съем режимных данных и положения коммутационных аппаратов в реальном времени позволяют существенно повысить точность расчётов электрических режимов, подойти к решению задачи оценивания состояния электрических сетей энергосистем.

В докладе рассматриваются вопросы, связанные с расчетом установившихся режимов сложноразветвленных электрических сетей по данным систем телемеханики.

Научно-исследовательской лабораторией «Производство и распределение энергии» НИЦ БНТУ совместно со специалистами НПФ «Диполь» разработана и внедрена в опытно-промышленную эксплуатацию в электрических сетях РУП «Минскэнерго» автоматизированная система (АС) управления электрическими сетями напряжением 35 кВ и выше.

Отличительной особенностью данной АС, помимо традиционных для ОИК функций сбора, хранения и отображения информации, является возможность выполнения электрических расчетов и решение различных режимных задач с использованием реальных данных телеметрии.

В основе системы лежат три информационные базы данных:

База данных текущих параметров формируется на основе информации, поступающей от оборудования подстанций (ТС, ТИ), и эксплуатационным персоналом (ТУ, установка плакатов, заземления и т. д.).

База данных схемы электрической сети представляет собой описание электрических связей всех объектов схемы и их свойств.

База данных технических характеристик включает паспортные данные объектов схемы (марки и длины проводов линий, сопротивления трансформаторов и пр.).

Для выполнения и анализа электрических расчетов подсистема отображения и управления формирует математическую модель схемы электрической сети на данный момент времени и передает ее в подсистему технологических расчетов. Результаты расчетов отображаются на схеме электрической сети и в табличном виде.

Кроме того, в разработанной АС реализован *режим имитации*, в котором предусмотрена возможность изменения текущих положений коммутационных аппаратов и задание режимных параметров с последующим выполнением расчетов смоделированных режимов.

Разработанная автоматизированная система позволяет выполнять оперативные расчеты режимов и потерь в реальном времени по данным телеметрии и непрерывно осуществлять диагностику состояния электрической сети. В режиме имитации возможен расчет оптимальной схемы запитки потребителей в ремонтных режимах.

В дальнейшем предусматривается создание полной модели основной электрической сети РУП «Минскэнерго» путем слияния информационных баз данных автономных автоматизированных систем филиалов электрических сетей и электростанций.

Литература

1. Гурский С. К. Алгоритмизация задач управления режимами сложных систем в электроэнергетике. Мн., «Наука и техника», 1977. 368 с.
2. Фурсанов М. И. Золотой А. А. Алгоритм и программа расчёта установившихся режимов основных электрических сетей энергосистем // Вестник БГПА. – 2002. – № 1. – С. 60–63.

ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ДО 1000 В В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

А.В. Рожков

Научный руководитель – д.т.н., профессор *М.И. Фурсанов*
Белорусский национальный технический университет

Распределительные электрические сети до 1000 В достаточно специфичны. Они многообъемны. На балансе предприятия электрических сетей может насчитываться более десяти тысяч распределительных линий 0,38 кВ. Данные сети характеризуются относительно небольшой протяженностью линий, как правило, не превышающей одного километра, отсутствием полной режимной информации для проведения расчётов, несимметричной загрузкой фаз из-за практической невозможности равномерного подключения нагрузок потребителей к фазам линии.

Отсюда следует, что методы расчёта потерь электроэнергии в электрических сетях до 1000 В должны быть весьма специфичными и ориентированы на весь имеющийся объём режимных данных. Опыт проведения расчётов потерь в названных электрических сетях показывает, что и здесь возможны несколько вариантов решения задачи, оперативно адаптируемых к условиям эксплуатации /1,2/.

Опыт авторов по выполнению эксплуатационных расчётов режимов и потерь электроэнергии в рассматриваемых электрических сетях показывает, что в принципе возможны два основных направления решения рассматриваемой задачи. Наиболее близким к существующему уровню эксплуатации электрических сетей является направление, учитывающее неполноту и достоверность имеющейся схемной и режимной информации.

Расчёты потерь электроэнергии предлагается выполнять с использованием обобщённых данных обобщаемого района (суммарные протяженность и число линий, отпуск электроэнергии в сеть, среднее эксплуатационное напряжение) или на основе ограниченного количества схем распределительных линий (выборка), после чего результаты расчёта “средней” схемы распространяются на всю сеть.

Второе направление (позлементные расчёты потерь) позволяет проводить более детальный анализ режимов и потерь в низковольтных электрических сетях на основе детерминированных данных, когда в качестве исходной информации используются топологические данные о схемах всех распределительных линий (номера начал и концов схемы сети, марки и длины проводов и кабелей, число фаз, марка нулевого провода) и режимные данные по головным участкам линий – максимальный ток или отпуск энергии, время использования максимальной активной нагрузки и коэффициент мощности, по возможности, токи фаз.

При использовании детерминированных исходных данных также возможны два подхода.

Первый подход ориентирован на работу со схемами электрических сетей и режимной информацией по распределительным линиям, второй – только со схемами электрических сетей. В нём авторами разработаны четыре варианта расчёта.

В первом (уточнённом) варианте расчёта задаются нагрузки фаз (ток, мощность, электропотребление) во всех узлах сети. Второй (базовый) вариант расчёта используется, когда режимные данные известны только на головных участках распределительных линий. Нагрузка сети в этом случае предполагается равномерно распределённой по длине фазных проводов сети. Третий вариант расчёта – комбинация первых двух. Четвёртый вариант аналогичен второму. Однако здесь нагрузка сети распределяется по длине проводов сети случайным образом. Во втором подходе (обобщённый расчёт) реализован вариант расчёта, при котором определяется обобщённое эквивалентное сопротивление всей сети района. Далее по суммарному отпуску электроэнергии в сеть и обобщённому эквивалентному сопротивлению вычисляется величина потерь во всей сети.

Литература

1. Фурсанов М.И. Методология и практика расчетов потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем. – Мн.: Тэхналогія, 2000. – 247 с.
2. Фурсанов М.И., Рожков А.В. Построение и анализ балансовой модели распределительной сети // Актуальные проблемы электроэнергетики: Тез. докл. науч. конф. – Мн, 2001. – С. 3.

РАСЧЁТ НЕУЧТЁННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,38 КВ

В.В. Макаревич

Научный руководитель – д.т.н., профессор *М.И. Фурсанов*
Белорусский национальный технический университет

В последние годы стало очевидным, что в общей структуре потерь техническая составляющая во многих случаях стала значительно меньше "коммерческой". Это во многом определяет современные тенденции в решении рассматриваемой проблемы. Они состоят в качественном определении технических потерь с обязательной оценкой погрешностей и построением соответствующих доверительных интервалов, расчёте оптимальных экономически целесообразных значений технических потерь, совершенствованию системы учёта электроэнергии, способствующей в итоге выявлению и устранению недопустимых небалансов потоков электроэнергии.

Для этой цели авторами прежде всего разработана, алгоритмизирована и реализована методология определения величины, структуры, погрешностей и доверительных интервалов технических потерь электроэнергии в электрических сетях 6...20 кВ, учитывающая практически любые варианты информационной обеспеченности, имеющиеся в условиях эксплуатации. Для условий дефицита режимной информации пока ещё используется идеология, основанная на эквивалентировании сетей по критерию равенства потерь в исходных и эквивалентных схемах.

В данном докладе освещаются основные результаты исследований и практических разработок по расчёту неучтённой электроэнергии в электрических сетях 0,38 кВ на основе определения фактических и допустимых небалансов потоков энергии.

Фактический небаланс Δ_ϕ (в процентах) электрической энергии на шинах 0,38 кВ всех ТП отдельной распределительной линии определяется по формуле вида (1) из [1]:

$$\Delta_\phi = \frac{W_p - \Delta W_\Sigma - W_{\phi n}}{W_p} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где W_p – отпуск электроэнергии в сеть распределительной линии с шин 6-20 кВ;

ΔW_Σ – суммарные потери электрической энергии (системные и абонентские) в сети 6-20 кВ распределительной линии;

$W_{\phi n}$ – фактический полезный отпуск электроэнергии с шин 0,38 кВ всех ТП по данным точек учёта.

Допустимый небаланс Δ_d (в процентах) вычисляется по формуле вида (2) из [1]:

$$\Delta_d = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^m \delta_{ni}^2 \cdot d_{ni}^2 + \sum_{j=1}^n \delta_{oj}^2 \cdot d_{oj}^2}, \quad (2)$$

где m и n – общее число измерительных комплексов, учитывающих электроэнергию, поступившую в сеть распределительной линии с шин 6-20 кВ ('i' – отпуск в сеть, 'j' – отпуск с шин 0,38 кВ); δ – относительная погрешность i-о измерительного комплекса, соответствующая классам точности входящих в него трансформатора напряжения, трансформатора тока и счётчика, учитывающего электроэнергию, поступившей в сеть распределительной линии с шин 6-20 кВ; d – доля электроэнергии, пропущенной через комплекс.

Искомое **количество неучтённой электроэнергии** определяется в виде разности между фактическим Δ_ϕ и допустимым Δ_d небалансами.

Литература

1. Инструкция по организации учёта электрической энергии Минтопэнерго Республики Беларусь 1-е издание, Минск, 1996 г.

2. Нормирование, анализ и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях. – Москва, 2002 г.

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

А.М. Бакановский

Научный руководитель – к.т.н., доцент *О.И. Александров*
Белорусский национальный технический университет

Рассматривается методика решения задачи комплексной оптимизации режима электроэнергетической системы (ЭЭС). При решении задачи предполагается минимизировать издержки в ЭЭС по всем основным параметрам режима: активной мощности электростанций (ЭС), реактивной мощности генерирующих источников, напряжениям в узлах и коэффициентам трансформации трансформаторов. При этом осуществляется учет ограничений в виде равенств и неравенств, наложенных на зависимые и независимые параметры режима, посредством применения достаточно строгих методов.

В основу методики комплексной оптимизации положен метод динамического программирования (ДП). Приводится характеристика классических методов анализа и изложение преимуществ и условий эффективного использования метода ДП, на основании которых выполняется обоснование выбора данного метода оптимизации.

Методика предполагает декомпозицию общей задачи оптимизации на подзадачи оптимизации режима по активной мощности генерации ЭС и оптимизацию режима электрической сети. Осуществляется обоснование данного подхода.

Наиболее важными моментами при реализации задачи комплексной оптимизации методом ДП (равно как и при использовании классических методов) является:

- учет потерь в электрической сети;
- учет многочисленных ограничений, наложенных на параметры режима.

Учет потерь активной мощности в алгоритме ДП осуществляется с использованием элементов теории возмущений [1]. При этом, допустив, что приращение мощности ЭС является относительно малым возмущением и относительные приросты потерь в сети линейны по отношению к мощностям ЭС, выполняем поиск комбинации приращений мощностей ЭС, которая дает минимум издержек в энергосистеме. Нелинейный характер зависимостей относительных приростов потерь в сети от мощности узлов обуславливает необходимость совместного использования в данной работе методов ДП и последовательных приближений [2].

Учет ограничений на параметры режима выполняется следующим образом. Ограничения в форме равенств по балансу активной и реактивной мощности в ЭЭС учитываются при реализации обратного хода метода динамического программирования, когда в рассмотрение включены все источники соответственно активной и реактивной мощности. Ограничения в форме неравенств, наложенных на независимые параметры режима (управляемые переменные), учитываются путем просмотра значений переменных, лежащих только в соответствующих диапазонах. Наиболее сложным представляется учет ограничений в форме неравенств, наложенных на зависимые параметры режима. Их учет предлагается осуществлять с применением в методе ДП техники редукции вычислений совместно с методом последовательных приближений [3].

Согласно методике разработана программа для комплексной оптимизации режимов ЭЭС. Проведенные многочисленные расчеты показали высокую эффективность соответствующего алгоритма. Программа может использоваться в оперативно-диспетчерском управлении для планирования и исследования краткосрочных режимов работы энергосистем.

Литература

1. Рингле Р. Дж., Вилльямс Д. Д. Применение метода динамического программирования для распределения нагрузки энергосистемы // Энергетические системы и оборудование, 1963, № 64, февраль, С.9-19.
2. Р. Беллман, С. Дрейфус. Прикладные задачи динамического программирования, М – 1965.
3. Мину М. Математическое программирование. Теория и алгоритмы: Пер. с фр. и предисловие А. И. Штерна. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990 – 488 с.

К РАСЧЕТУ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТИ 6-20 кВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ DELTA

О.А. Жерко

Научный руководитель – д.т.н., профессор *М.И. Фурсанов*
Белорусский национальный технический университет

Разработаны и реализованы основные теоретические подходы и принципы, позволяющие осуществить постепенный переход от эквивалентных расчётов технических потерь электроэнергии к детерминированным, основанным на использовании более детализированной режимной информации, в предельном случае – нагрузок по понижающим трансформаторным подстанциям (ТП) (6-20)/0,38 кВ.

Для условий дефицита режимной информации (1 вариант расчета) разработана идеология, основанная на эквивалентировании сетей по критерию равенства потерь электроэнергии в эквивалентной и исходной схемах. Расчёты потерь электроэнергии здесь выполняются на основе потокораспределения, которое находится путем распределения режимных показателей головных участков распределительных линий (РЛ) пропорционально установленным мощностям ТП (6-20)/0,38 кВ. В качестве режимной информации используются отпущенная электроэнергия, время использования максимальной активной нагрузки, средневзвешенный тангенс фи, эквивалентное напряжение шин. Во 2 варианте потокораспределение в схемах определяется на основе режимной информации ТП. 3 вариант предусматривает задание части нагрузок по ТП (6-20)/0,38 кВ и режимной информации по головным участкам РЛ. 4 вариант позволяет выполнять поэлементные расчеты и анализ режимов и потерь электроэнергии в РЛ на основе детализированной сетевой и режимной информации. В основу методики положена итерационная процедура расчета режима сети, основанная на достижении балансов между расчетными (найденными в процессе счета) и фактическими (измеренными) токами и потоками энергии на «головных» участках РЛ и при необходимости корректирующая первоначальную режимную информацию по ТП.

Разработаны методика и программа для интервальной оценки потерь электроэнергии. На основе результатов расчета интервальной оценки потерь можно судить о погрешностях получаемых величин и достоверно выделять распределительные линии, по которым необходимо обязательно задать режимную информацию по ТП. Моделирование нагрузок по понижающим трансформаторным подстанциям (6-20)/0,38 кВ с целью интервальной оценки потерь производится по нормальному закону распределения.

Разработана форма для графического представления и анализа потерь электроэнергии. Анализ производится на основе технологического оптимума потерь. Исходными данными при моделировании нагрузок ТП служит режимная информация, задаваемая по головным участкам распределительных линий и топологическая информация о схеме сети. Предусмотрено графическое представление изменения составляющих потерь электроэнергии (условно-постоянных и нагрузочных) при сохранении отношений между нагрузками потребителей и сохранении конфигурации схемы сети и загрузке оборудования от минимума до 100 %.

Разработанные теоретические положения реализованы в виде универсального специализированного комплекса алгоритмов и промышленных программ DELTA, предназначенного для расчета и анализа режимов, оценки и структуризации потерь электроэнергии в электрических сетях 6-20 кВ с использованием как детерминированных, так и регрессионных моделей в зависимости от полноты имеющейся режимной и сетевой информации. База данных комплекса DELTA полностью состыкована с программным обеспечением для решения основных технологических задач городских электрических сетей 6-20 кВ с несколькими источниками питания.

Разработанные программы написаны на алгоритмическом языке C++ Builder и функционируют в едином пакете программ Delta в операционной среде Windows.

Литература

1. Фурсанов М.И. Методология и практика расчетов потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем.- Мн.: Тэхналогія, 2000.- 247 с.- ISBN 985-458-023-7.

ТРАНСФОРМАТОР С ЛИНЕЙНЫМ ВАРИАНТОМ ФОРМИРОВАНИЯ ГРУППОВОГО СТЕРЖНЯ

Е.В. Войткевич, Д.А. Одинцов, Д.В. Тиханович, С.Ю. Крайко

Научный руководитель – к.т.н. Р.Л. Рыжкович

Республиканский центр технического творчества учащихся

При реализации нового способа трансформации электрической энергии [1] конструкция трансформатора претерпевает значительные изменения. В новом устройстве, содержащем как всегда (см.рис.1) замкнутый ферромагнитный сердечник 3, первичную 1 и вторичные 2 обмотки, замкнутый магнитопровод 3, в частности, необходимо выполнять в виде многовитковой спирали. Каждый виток этой спирали должен образовывать как минимум один стержень (4, 5 или 6) с возможностью их объединения в компактную группу – групповой стержень с минимально возможным периметром поперечного сечения - для размещения на нём вторичных обмоток. Наименьшее число витков в спирали – два, поскольку фигура с одним витком – это не спираль, а кольцо.

По соображениям целесообразности в групповом стержне может быть допущена различная степень компактности. Если, например, есть смысл (см.рис.1) на всём протяжении ферромагнитного сердечника 3 сохранять форму и, естественно, величину его поперечного сечения, то вполне допустимым может оказаться линейный вариант группирования витков спирали в один групповой стержень для размещения на нём вторичных обмоток 2. В этом варианте оси используемых под вторичную обмотку и вплотную пригнанных друг к другу участков витков 4, 5 и 6 ферромагнитной спирали 3 выстраивают по одной линии.

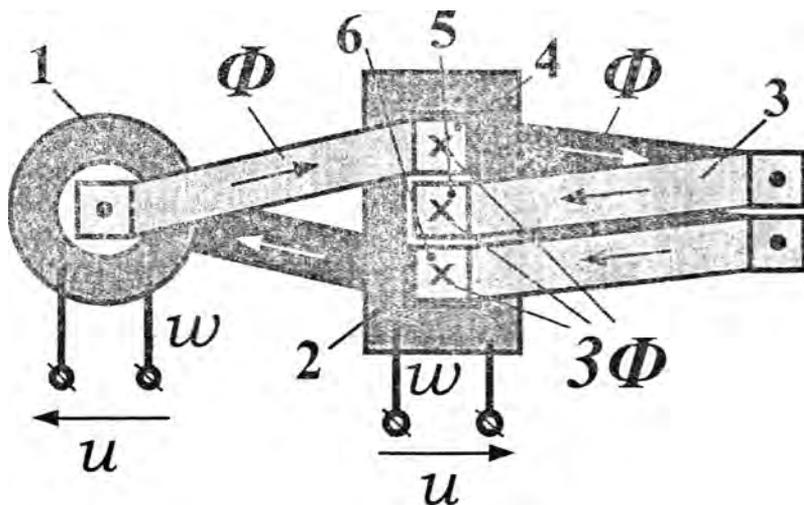


Рис.1

ричной обмотки w_2 сцеплен магнитный поток в три раза больший, т.е. 3Φ . Это означает, что для достижения прежнего уровня u_2 достаточно иметь в три раза меньшее количество витков во вторичной обмотки w_2 . Их число необходимо определять уже из нового соотношения:

$$w_1 / w_2 = k_{12} \cdot m_{12}, \quad (1)$$

где $k_{12} = u_1 / u_2$ – диктуемый нагрузкой коэффициент трансформации; m_{12} – фактор (фактор магнитопровода) равный числу витков спирали ферромагнитного сердечника, охватывающих витки вторичной обмотки.

Литература

1. Р.Л.Рыжкович, Е.В.Войткевич, А.А.Гирель, В.С.Ерашов, С.Ю.Крайко, А.А.Марченко, Д.А.Одинцов, С.А.Парфинович, Л.Р.Рыжкович, А.С.Семёнов, и др. Способ трансформации электрической энергии и устройство для его реализации/ Заявка на изобретение № а 20030796.

Заявляемое изобретение [1] обеспечивает значительную экономию проводникового материала (медь), расходуемую на изготовление вторичных обмоток 2. Например, при реализации схемы с тремя витками ферромагнитной спирали (рис.1) витки вторичной обмотки w_2 охватывают групповой стержень, включающий три элементарных стержня магнитной системы 4, 5 и 6. Поскольку по каждому из них проходит магнитный поток равный Φ , то с витками вто-

ТРАНСФОРМАТОР С КРУГОВЫМ ВАРИАНТОМ ФОРМИРОВАНИЯ ГРУППОВОГО СТЕРЖНЯ

А.С. Семёнов, Д.В. Стрельцов, Д.А. Сушко, А.А. Марченко
Научный руководитель – к.т.н. *Р.Л. Рыжкович*
Республиканский центр технического творчества учащихся

Главная цель нового способа трансформации электрической энергии [1] заключается в сокращении расхода материала намоточных проводов в связи с возможностью значительного уменьшения числа витков w_2 вторичной обмотки трансформатора. Дело в том, что согласно новому способу (см.рис.1) замкнутый ферромагнитный сердечник трансформатора 3 закручивают в спираль вокруг витков вторичной обмотки 2. При этом происходит умножение сцепленного с витками w_2 магнитного потока и соразмерное этому явлению уменьшение их количества. Прежние методы расчёта трансформатора, в результате, утратили свой смысл. Например, потеряла свою пригодность известная зависимость [2, с.261]:

$$e_1 / e_2 = u_1 / u_2 = w_1 / w_2 = k_{12}, \quad (1)$$

где u_1 – напряжение на зажимах первичной обмотки 1; u_2 – напряжение на нагрузке; w_1 – число витков первичной обмотки; k_{12} – коэффициент трансформации. Теперь количество витков вторичной обмотки w_2 необходимо определять уже из нового соотношения:

$$w_1 / w_2 = k_{12} \cdot m_{12}, \quad (2)$$

где $k_{12} = u_1 / u_2$ – диктуемый нагрузкой коэффициент трансформации; m_{12} – фактор (фактор магнитопровода) равный числу витков спирали ферромагнитного сердечника, охватывающих витки вторичной обмотки 2.

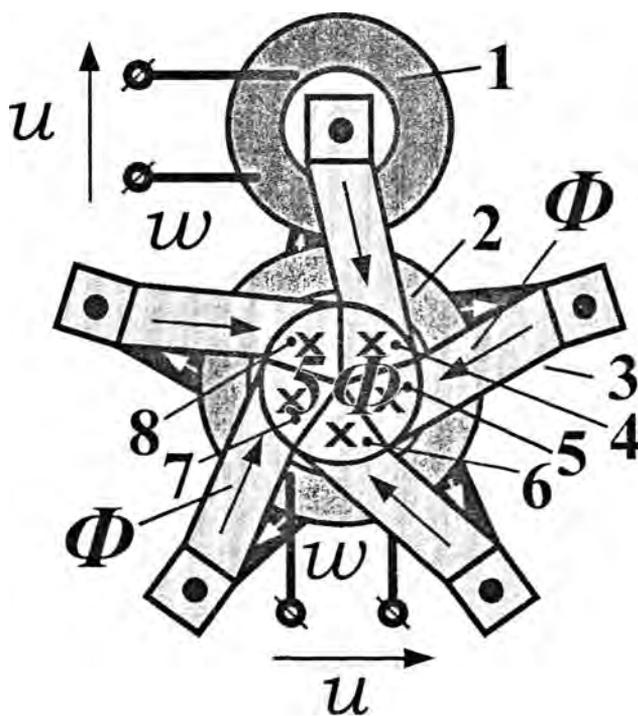


Рис.1

Литература

1. Р.Л.Рыжкович, Е.В.Войткевич, А.А.Гирель, В.С.Ерашов, и др. Способ трансформации электрической энергии и устройство для его реализации/ Заявка на изобретение № а 20030796.
2. Электротехника. Учеб. пособие для вузов. Под ред. В.С.Пантюшина. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Высш. Школа», 1976. - 560 с.

Наибольшей экономии материала намоточных проводов w_2 будет, несомненно, соответствовать вариант (см.рис.1), когда собранные в один групповой стержень витки ферромагнитного сердечника (4, 5, 6, 7 и 8) в сечении образуют круг (круговой вариант группирования), площадь которого равна сумме поперечных сечений всех витков спирали данной группы. Каждому отдельному витку, следовательно, отведен соответствующий круговой сектор. Конструкция ферромагнитного сердечника 3 в этом варианте становится полностью унифицированной, поскольку он принимает вид правильной m – лучевой звезды, где m соответствует m_{12} – фактору (фактор магнитопровода) в уравнении 2, т.е. соответствует количеству витков ферромагнитной спирали, охватывающих витки вторичной обмотки 2 (w_2). Поскольку на рис.1 показан вариант где $m_{12} = 5$, то это означает (см. уравнение 2), что w_2 может иметь в 5 раз меньше витков по сравнению с ныне известными конструкциями.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОГО СПОСОБА ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

В.С. Ерашов, А.Г. Холупов, А.Г. Хохряков, С.А. Чекан

Научный руководитель – к.т.н. **Р.Л. Рыжкович**

Республиканский центр технического творчества учащихся

С целью экономии меди предложен новый способ трансформации электрической энергии [1], в котором замкнутый ферромагнитный сердечник 3 (см.рис.1 б,в) закручивают в спираль вокруг витков вторичной обмотки 2, что умножает сцепленный с её витками магнитный поток. Последнее обстоятельство кардинально меняет методику расчёта трансформаторов. Например, количество витков вторичной обмотки w_2 необходимо определять уже из нового соотношения:

$$w_1 / w_2 = k_{12} \cdot m_{12}, \quad (1)$$

где $k_{12} = u_1 / u_2$ – диктуемый нагрузкой коэффициент трансформации; m_{12} – фактор (фактор магнитопровода) равный числу витков спирали ферромагнитного сердечника, охватывающих w_2 .

При реализации, например, схемы с тремя витками ферромагнитной спирали и линейной схемы образования группового стержня (рис.1 б) расход проводникового материала снижается на 33,33%. Дело в том, что по сравнению с аналогами количество витков во вторичной обмотке w_2 уменьшается в 3 раза (было, скажем, 120 витков, стало 40), но немного увеличивается периметр группового сердечника. Был, например, сердечник сечением 1 x 1, что даёт для периметра 4 условных единицы, а стал 3 x 1, что даёт 8 усл.е. Отсюда, общая длина провода для

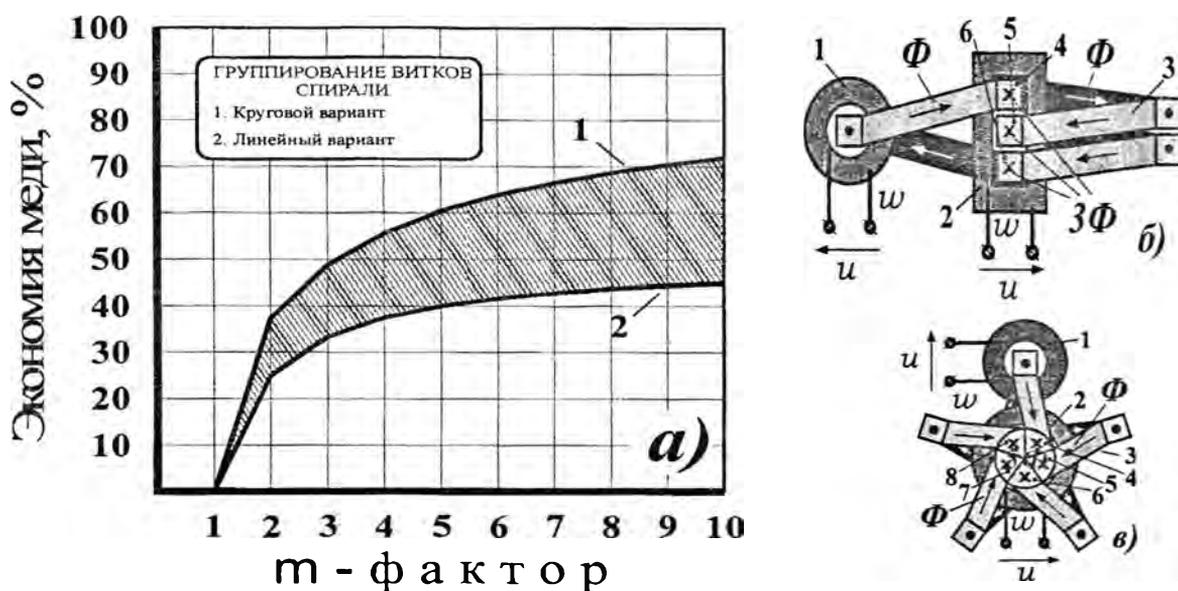


Рис.1

известных решений составляет $4 \times 120 = 480$ усл.ед., а для заявляемого решения – $8 \times 40 = 320$ усл.ед., что на 33,33% меньше. Если же реализовать самый оптимальный вариант формирования группового стержня, так называемую, круговую схему (см.рис.1в), то при m – факторе равном 2 экономия проводникового материала составляет уже 37,35%, а при $m = 10$ – 72%. Более наглядно и полно достигаемый технический результат приведен на рис.1а. Важно подчеркнуть, что известные до сих пор способ трансформации электрической энергии и подавляющая часть устройств представлены на этой диаграмме одной единственной точкой по оси абсцисс – $m = 1$, т.е. никакой экономии меди известные решения, естественно, не дают.

Литература

1. Р.Л.Рыжкович, Е.В.Войткевич, А.А.Гирель, В.С.Ерашов, С.Ю.Крайко, А.А.Марченко, Д.А.Одинцов, С.А.Парфинович, Л.Р.Рыжкович, А.С.Семёнов, Д.В.Стрельцов, Д.А.Сушко, Д.В.Тиханович, Д.В.Халевич, А.Г.Холупов, А.Г.Хохряков, С.А.Чекан. Способ трансформации электрической энергии и устройство для его реализации/ Заявка на изобретение № а 20030796.

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ МЕСТ РАЗМЫКАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

А.А. Конончик

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.Г. Прокопенко*
Белорусский национальный технический университет

Известно, что размыкание замкнутых неоднородных электрических сетей может привести к снижению потерь мощности и энергии в них. Нами исследовалась целесообразность размыкания двух неоднородных кольцевых сетей с номинальным напряжением 110 кВ Брестской энергосистемы. Первая схема содержала 14 узлов нагрузки и линии с разным сечением проводов – 185 и 240 мм², другая – 7 узлов нагрузки и линии с сечениями проводов 95, 120, 150, и 185 мм².

Расчеты выполнялись с использованием известной программы расчета установившихся режимов RASTR в следующем порядке.

1. Составлялась расчетная схема сети на основе полных схем замещения элементов сети.
2. Рассчитывался режим максимальных нагрузок и определялась точка потокоузла.
3. Размыкалась электрическая сеть в точке потокоузла на две разомкнутые и далее изменялась конфигурация двух разомкнутых сетей в соответствии с перемещением точки размыкания и при этом рассчитывался установившийся режим каждой пары схем с определением суммарных потерь мощности.
4. Анализировалась величина суммарных потерь и если потери уменьшались, то точка размыкания перемещалась далее, если нет, то размыкание проводилось с другой стороны точки потокоузла.

Преимуществом описанного порядка отыскания оптимальных мест размыкания замкнутых электрических сетей 35-110 кВ по отношению методики, описанной в учебной литературе, является то, что при расчетах используется полная схема замещения сети и производится расчет установившихся режимов расчетных схем без допущений. Расчеты выполнялись при условиях: линия отключалась с двух сторон и линия отключалась с одной стороны (в этом случае зарядная мощность линии использовалась, как компенсирующее устройство).

В результате оказалось, что размыкать рассмотренные схемы сетей с точки зрения снижения потерь нецелесообразно. Потери мощности в сети при размыкании увеличивались в пределах 0,05-0,7 МВт.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДА И МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Д.В. Кублицкий

Научный руководитель - к.т.н., доцент *Е.В. Калентионок*
Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является рассмотрение и анализ проблемы фиксации и распознавание вида повреждений в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью 6ч35 кВ. Актуальность этой проблемы связана в первую очередь с большой протяжённостью и разветвлённостью распределительных сетей. В приведенной работе более подробно коснёмся только двойных и однофазных коротких замыканий на землю, как наиболее проблемных.

Особенностью однофазных коротких замыканий на землю в распределительных сетях является сравнительно малая величина тока короткого замыкания в месте повреждения. Технико-экономические исследования доказали целесообразность установки компенсирующей катушки в нейтрали распределительных электрических сетей, что приводит к практически полной компенсации тока в месте замыкания. Однако такое снижение тока, несмотря на все преимущества, приводит к нечувствительности фиксирующих приборов к повреждению и однофазное короткое замыкание остаётся незамеченным.

Двойные замыкания на землю относятся к сложным видам коротких замыканий и пред-

ставляют собой два однофазных замыкания либо на одной линии, либо на различных, отходящих от одной подстанции. В этом как раз и состоит сложность определения места повреждения, так как большинство фиксирующих приборов старого образца не рассчитаны на выдачу достоверной информации, по которой можно определить расстояние до каждого из коротких замыканий. Наиболее удачным в этом отношении, из ранее сконструированных и используемых в настоящий момент приборов, является фиксатор мест замыканий ФМК-10. Работа прибора основана на определении индуктивного сопротивления повреждённого участка, что исключает влияние такого неблагоприятного фактора, как переходное сопротивление в месте короткого замыкания. Тем не менее, при двойном замыкании на землю на одной линии показания устройства соответствуют расстоянию до более удаленной точки повреждения, а если замыкание на землю на разных линиях с током, обеспечивающим работу пусковых органов, показания соответствуют суммарному расстоянию до обеих точек повреждения, что также является не совсем корректным.

На современном этапе развития микроэлектронных приборов на базе микропроцессоров фиксирующие приборы, по определению места и вида короткого замыкания, должны удовлетворять следующим требованиям.

1. Установка в сетях с различной конструкцией нейтрали.
2. Прибор должен контролировать как можно больше параметров как одной линии, так и нескольких для выдачи максимально достоверной и полной информации о месте и виде повреждения, о параметрах аварийного режима, а также указывать расстояние до места замыкания с высокой точностью.
3. Возможность подключения прибора к компьютерной сети, с выдачей информации в реальном времени на диспетчерский пульт.
4. Хранение в памяти устройства информации о, ранее случившихся, коротких замыканиях, их анализ и систематизация.

Для определения расстояния до места однофазного короткого замыкания на землю в распределительных сетях на кафедре "Электрические системы" предложен теоретический подход, основанный на определении индуктивности линии до места повреждения [1].

Литература

1. Калентиюнок Е.В., Лукьяненко М.Ю. Определение расстояния до места однофазного замыкания на землю в воздушных распределительных сетях // Энергетика. Известия ВУЗов и энергетических объединений СНГ.- 2001.- №6.- с.10-14.

2. Шалыт Г.М. Определение мест повреждения в электрических сетях.- М.: Энергоиздат, 1982.-312с.

АНАЛИЗ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ПО НАГРЕВУ ПРОВОДОВ

Д.С. Скуматов

Научный руководитель - д.т.н., профессор *В.Т.Федин*
Белорусский национальный технический университет

Пропускная способность воздушных линий зависит от запаса статической устойчивости параллельной работы примыкающих энергосистем, максимально длительно допустимых рабочего напряжения и токовой нагрузки проводов по условиям нагрева.

При протекании электрического тока по проводам происходит выделение тепла, которое частично идет на повышение его температуры. Температура нагрева провода зависит от сочетания режимных и метеорологических условия, а именно: токовой нагрузки, температуры окружающего воздуха, скорости и направления ветра, солнечной радиации и других факторов. Её максимально допустимая величина зависит от материала соединителей и зажимов, нормированных габаритов провода до земли и пересекаемых объектов. Увеличение токовых нагрузок на провода ВЛ вызывает естественное уменьшение габаритов проводов до земли или пересекаемых объектов.

Во многих зарубежных странах расчетная температура нагрева проводов при определении длительно допустимой токовой нагрузки принимается от 50 до 85 градусов.

Испытания (Л1) показали, что кратковременный нагрев проводов с достаточным содержанием стали ($A/C = 6$) до 150 градусов практически не приводит к снижению их механической прочности. Результаты длительных испытаний свидетельствуют о том, что повышение температуры в диапазоне 50 – 125 градусов не оказывает заметного влияния на текучесть проводов марки АС, но заметно сказывается на проводах А. В связи с этим температура 100 – 120 градусов считается допустимой в течение от нескольких часов до нескольких дней. По расчетным данным в течение 50 лет при 90 градусах потеряется только 12 % прочности, общая потеря прочности провода АС составит 6-8 %, что находится в допустимых пределах. Температура контактов, соединений во избежание окисления не должна превышать при длительной работе 70 градусов.

Наиболее перспективными методами исследования нагрева проводов являются статистико-вероятностные, потому что исследование нагрева проводов ведется при учете многих случайных факторов.

Таким образом:

- проведенные исследования и расчеты показывают, что в настоящее время имеются технические возможности увеличения расчетной температуры нагрева;
- при выполнении расчетов допустимой по условиям нагрева токовой нагрузки проводов необходимо учитывать изменение режима работы ВЛ и погодных условий в районе её сооружения, при этом наиболее прогрессивными являются статистико-вероятностные методы;
- в эксплуатационную практику необходимо внедрять современные средства контроля за изменением температуры нагрева проводов;
- если по условиям эксплуатации требуется увеличить передаваемую мощность, то, как правило, из условий нагрева, могут быть допущены нагрузки, превышающие соответствующие по экономической плотности тока.

Литература

1. Мельзак И.Я. Обзор зарубежных исследований по нагреву проводов линий электропередачи электрическим током. Журнал «Энергохозяйство за рубежом» №3 1973, с.19-22.
2. Бургсдорф В.В. Определение допустимых токов нагрузки ВЛЭП по нагреву их проводов. Журнал «Электричество», 1989, №11, с.1-10.
3. Махлин Б.Ю. Нагрев проводов и его влияние на механическую прочность. Труды ЦНИЭП, 1956, с.186-202.

КОНТРОЛЬ ДОСТОВЕРНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМАКСА

А.В. Горош

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.А. Анищенко*
Белорусский национальный технический университет

Эффективность работы систем управления генерацией, распределением и потреблением электрической и тепловой энергии обусловлены как надежностью самих систем, так и достоверностью входной измерительной информации. Наиболее простым и распространенным семантическим методом контроля достоверности является метод предельных значений (уставок). Совершенствование этого метода связано с оптимизацией границ принятия решения о достоверности результата измерения.

Известны попытки оптимизировать границы принятия решения о недостоверности измерений по критерию Байеса. При этом существенное значение имеет задание исходных коэффициентов – априорной вероятности грубой погрешности, цен ложной тревоги и пропуска грубой погрешности. Во многих задачах технической диагностики цену пропуска грубой погрешности измерения задают существенно большей (иногда на несколько порядков) цены ложной тревоги о наличии грубой погрешности. Такой же подход был принят, например, при организации контроля достоверности телеизмерений в энергосистемах. Но даже если согласиться с ним, задание

конкретных численных значений коэффициентов ложной тревоги и пропуска грубой погрешности все равно носит субъективный характер, что заставляет усомниться в целесообразности использования критерия Байеса и отказаться от оптимизации границ принятия решения.

Понятие недостоверного измерения носит неопределенный характер и поэтому допускает произвольное толкование. Строго обоснованной оценки допустимой и грубой погрешности не существует. Попытки ее формализации с целью однозначной количественной оценки сводятся к сравнению значения соответствующей статистики при выбранном уровне значимости с квантилью стандартного распределения (критерии «три сигма», Шовене, Романовского и др.). Но это не решает проблему, а только переносит неопределенность на выбор уровня значимости и квантиля распределения. При оптимизации контроля достоверности измерений рассмотренная выше неопределенность, связанная с неоднозначным толкованием понятия недостоверности, усугубляется практической невозможностью определения исходных данных – статистических характеристик (вероятности появления и закона распределения) грубых погрешностей измерений большинства переменных даже для выбранной волевым порядком какой-либо определенной модели достоверности. Неопределенность исходного понятия недостоверности приводит к некорректности оптимизации границы принятия решения по критерию Байеса, поскольку средняя цена многократного распознавания недостоверных измерений зависит в явной форме от априорной вероятности грубой погрешности и в неявной форме от цен и вероятностей ложной тревоги и пропуска, которые определяются законами распределения достоверных и недостоверных измерений.

Выходом из сложившегося положения может быть отказ от рассмотрения границы принятия решения в функции характеристик грубой погрешности. Оптимальная граница в такой постановке определяется по минимаксному критерию, который гарантирует минимальное среди максимальных значений средней цены, вызванных наиболее «неблагоприятной» величиной вероятности грубой погрешности.

Применение критерия минимакса для оптимизации контроля достоверности методом предельных значений обусловлено отказом от традиционного, но не дающего приемлемых результатов толкования понятий грубой погрешности и недостоверности измерения.

В предлагаемой постановке в понятие недостоверности измерения вкладывается смысл решаемой технологической задачи. Под недостоверным понимается результат измерения, погрешность которого превышает погрешность его замещения наиболее вероятным значением.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СБОРА ИНФОРМАЦИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

А.Ю. Кирсн

Научный руководитель – *И.В. Колосова*

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день человечество остро нуждается в автоматизации сложной и рутинной работы во всех сферах жизнедеятельности человека. Бурно развивающиеся информационные технологии требуют оперирования огромными потоками информации. В области энергетики с большими объемами данных приходится работать на стадии проектирования и при эксплуатации энергоустановок.

При проектировании электрической части промышленного предприятия требуется обрабатывать большой объем разнообразной информации. Качество инженерных разработок может быть повышено при применении системы автоматического проектирования (САПР). Автор ставит задачу создания САПР систем электроснабжения на базе современных методов расчета таких систем. В отношении САПР была намечена и определена структура и принцип работы САПР, полностью реализовано информационное обеспечение и разработана схема данных. Разработанное информационное обеспечение САПР построено таким образом, что позволяет не только автоматизировать, но и сделать автоматическим некоторые стадии проектирования. Методическое обеспечение описывает общий алгоритм хода программы, а также выделенные свойства объектов САПР. Следует отметить, что на сегодняшний день автоматизация расчетов

в области проектирования систем электроснабжения в РБ и странах СНГ ограничивается отдельными фрагментами и не сконцентрировано в общую систему построения проектов, поэтому поставленная задача весьма актуальна.

При эксплуатации систем электроснабжения важнейшей задачей является учет электроэнергии. Автоматизация сбора и обработки информации для учета электроэнергии существенно облегчает труд человека. Применяемые на промышленных предприятиях автоматизированные системы учета электроэнергии выполняют данную функцию, но иногда, данные, получаемые с таких систем необходимо дополнительно обработать, тогда это можно сделать с помощью ЭВМ, подключаемой к системам учета электроэнергии. При этом возникает необходимость в программном обеспечении для организации связи между ЭВМ и системой учета. Поэтому была поставлена и реализована задача разработки программных модулей устанавливающих такую связь, с возможностью применения в любой программе с полной инкапсуляцией свойств и методов. Далее было необходимо произвести испытание и опробование класс-модулей. Решение этой задачи было реализовано путем соединения двух компьютеров через нуль-модемный кабель. Одна из ЭВМ имитировала систему учета электроэнергии, а вторая ЭВМ выступала в роли приемника информации. Все сеансы связи прошли успешно, тестируемая информация была принята без потерь и ошибок. Опробование класс-модулей было произведено путем внедрения их в разработанную ранее автором программу «Прогнозирование». Программа производила прогнозирование максимальной получасовой активной мощности на очередной квартал, а в качестве исходных данных использовала предысторию суточных измерений мощности, как минимум, за 6 кварталов. Существенным недостатком программы было то, что всю необходимую информацию приходилось вводить вручную. Внедренные же программные модули позволили автоматически принимать данные с системы учета без участия человека, и получать прогноз максимальной активной получасовой мощности на следующий квартал. Этот пример, наглядно, демонстрирует необходимость и важность данной программной разработки. Необходимо отметить, что созданные программные модули могут внедряться любыми программистами Visual Basic во вновь создаваемые ими проекты программ, а также в уже существующие.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СОСТАВОМ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ

А.Э. Красовский

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.А. Анищенко*
Белорусский национальный технический университет

Алгоритм управления составом подстанции подразумевает анализ входных параметров, которые определяются посредством измерений. Любые измерения неизбежно связаны с погрешностями. Погрешности измеренных переменных, используемые в аналитических выражениях, влияют на точность управления.

Выражение для расчета среднеквадратичной погрешности функции f имеет вид

$$\sigma_f = \sqrt{\sum_i \left(\frac{\partial f}{\partial y_i} \right)^2 \cdot \sigma_i^2}, \quad (1)$$

где $\frac{\partial f}{\partial y_i}$ – частная производная аргумента f по независимой переменной y_i ; σ_i^2 – дисперсия погрешностей результатов измерений независимой переменной y_i .

Дисперсия разброса результатов измерений относительно неизвестного истинного значения определяется по выражению

$$\sigma_i^2 = \left(\frac{1}{p} \cdot \alpha \cdot A_{\max} \right)^2, \quad (2)$$

где p – квантиль, характеризующая уровень значимости случайных ошибок; α – показатель, характеризующий в относительных единицах нормированную точность измерения; A_{\max} –

диапазон измерений (максимальное значение измеряемой величины, на которую рассчитан датчик).

Для выбора оптимального состава подстанции необходимо определить приведенные потери активной мощности, которые зависят от активной и реактивной нагрузки трансформатора, отклонений параметров питающего напряжения от номинальных значений, отклонений температур обмоток от расчетных значений. Необходимые для системы управления данные могут быть получены непосредственно от измерительных устройств или определяться по характерному для данного момента времени графику нагрузки.

Зависимость приведенных потерь от основных влияющих факторов (активной и реактивной нагрузки трансформатора) определяется формулой

$$\Delta P = \Delta P_X + \Delta P_K \cdot \frac{\bar{P}^2 + \bar{Q}^2}{S_{HT}^2}, \quad (3)$$

Среднеквадратичная погрешность определения приведенных потерь по (3)

$$\sigma_{\Delta P} = \sqrt{\left(\frac{2 \cdot \bar{P} \cdot \Delta P_K}{S_{HT}^2}\right)^2 \cdot \sigma_P^2 + \left(\frac{2 \cdot \bar{Q} \cdot \Delta P_K}{S_{HT}^2}\right)^2 \cdot \sigma_Q^2}, \quad (4)$$

где ΔP_X , ΔP_K – соответственно приведенные потери холостого хода и короткого замыкания трансформатора; S_{HT}^2 – его номинальная мощность; \bar{P} , \bar{Q} – соответственно результаты измерений активной и реактивной нагрузок трансформатора; σ_P^2 , σ_Q^2 – дисперсии погрешностей результатов измерений нагрузок.

При определении значения необходимой величины по измерительному прибору дисперсия погрешностей результатов измерений определяется по выражению (2), а при определении по характерному графику зависит от точности графика нагрузок.

Таким образом, оценив возможные способы ввода исходных данных с учетом требуемой точности, можно определить необходимый объем и состав измерительной информации, вводимой в систему управления.

ПОЛУЧЕНИЕ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ КВАЗИУСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВЕТРОАГРЕГАТА НА ОСНОВЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА

Ю.В. Макоско

Научный руководитель – к.т.н., доцент *М.М. Олешкевич*
Белорусский национальный технический университет

Неравномерность и непостоянство ветрового потока как носителя энергии определяют трудности, возникающие при работе ветроагрегата, а также особенности режимов работы электрогенераторов ветроэлектрических установок. По этим причинам практически все выпускаемые серийно ветроэлектрические установки снабжаются асинхронным генератором с короткозамкнутым ротором. Такой асинхронный генератор обладает простотой конструкции, надежностью, относительно невысокой стоимостью, а также отсутствием проблем синхронизации с энергосистемой. В настоящее время достаточно широко исследованы пусковые режимы ветроэлектрических установок с асинхронным генератором, однако квазиустановившиеся режимы, являющиеся основными рабочими режимами ветроэлектрических установок, все еще требуют дальнейшего изучения.

В работе [1] была получена математическая модель системного ветроагрегата средней мощности (55 – 400 кВт) на основе асинхронного генератора. Математическая модель описывает ветродвигатель, асинхронный генератор, батарею конденсаторов, линию–связи с энергосистемой и представляет собой систему нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка. Однако выявить степень влияния параметров генератора и коэффициентов порывистости

скорости ветра на энергетические показатели квазиустановившегося режима работы ветроагрегата затруднительно вследствие сложности математической модели. В связи с этим было выполнено планирование регрессионных экспериментов, для чего использовались полный и дробный факторные эксперименты. Вышеназванные вычислительные эксперименты проводились на ПЭВМ в математической системе MATLAB. В качестве факторов, влияние которых на квазиустановившийся режим работы определялось, были выбраны параметры схемы замещения асинхронного генератора и средняя скорость ветра. Искомыми функциями откликов являлись действующие значения токов статора и ротора генератора как основной, так и высших и субгармоник, а также величины средних и пульсационных скольжений. В результате ряда вычислительных экспериментов были получены линейные полиномы, которые возможно использовать для выявления влияния параметров генератора и средней скорости ветра на квазиустановившийся режим работы ветроагрегата.

С помощью полиномов было установлено, что наибольшее качественное и количественное влияние на энергетические характеристики квазиустановившегося режима работы ветроагрегата оказывают активное сопротивление короткозамкнутого ротора генератора, средняя скорость ветра и связанные с ней коэффициенты порывистости. Полученные результаты будут использованы при разработке методики выбора оптимальной величины активного сопротивления ротора асинхронного генератора системной ветроэнергетической установки.

Литература

1. Олешкевич М.М., Макоско Ю.В. Моделирование квазиустановившихся режимов работы асинхронного генератора системного ветроагрегата // Энергетика (Изв.высш.учебных заведений и энерг. объединений СНГ) – 2003. №3 – с. 29 – 41

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.Л. Трушников

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.Н. Радкевич*
Белорусский национальный технический университет

Актуальным вопросом современного производства является экономия энергоресурсов. В связи с этим необходимо искать способы уменьшения непродуктивного расхода электроэнергии. Одним из таких способов является оптимальная загрузка силовых трансформаторов общепромышленного назначения напряжением 6-10/0,4 кВ. Оптимальность загрузки можно оценить несколькими путями. Одним из них является определение целесообразной загрузки исходя из условия минимума удельных потерь активной мощности в трансформаторах. При этом под удельными потерями понимаются потери мощности, отнесённые к единице нагрузки трансформатора.

Для определения диапазона нагрузок, соответствующего минимальным удельным потерям активной мощности, необходимо определить полную мощность нагрузки, при которой суммарные потери (нагрузочные и холостого хода) в трансформаторах соседних типоразмеров будут одинаковыми. Из этого условия получено выражение, которое можно использовать для оценки целесообразности перехода с одного типоразмера трансформатора на другой, если у потребителя имеется такая возможность.

Исследование зависимостей удельных потерь активной мощности от передаваемой мощности показали, что коэффициенты загрузки силовых трансформаторов типов ТМ, ТМЗ, ТСЗ, соответствующие минимуму удельных потерь, лежат в пределах 0,3-0,6 для разных типоразмеров.

Общепризнанная методика выбора элементов схем электроснабжения по экономическим показателям основана на условии минимума приведенных затрат. Следовательно, оптимизировать загрузку силовых трансформаторов можно по критерию минимума приведенных затрат. Анализ зависимости годовых приведенных затрат от передаваемой мощности для разных типоразмеров трансформаторов позволяет сделать вывод, что наиболее выгодные коэффициенты загрузки, соответствующие минимуму приведенных затрат, лежат в диапазоне от 0,29 до 0,8.

В связи с этим полезно при проектировании систем электроснабжения промышленных объектов рассматривать подобного рода зависимости при выборе силовых трансформаторов и принимать для технико-экономического сравнения трансформаторы, соответствующие экстремуму принятого критерия оптимальности (удельных потерь активной мощности, приведенных затрат и др.).

Далее, как один из способов экономии энергоресурсов, можно рассмотреть механизм замены силовых трансформаторов с целью повышения технико-экономических показателей системы электроснабжения действующих предприятий. Вопрос о замене трансформаторов следует рассматривать в каждом конкретном случае, опираясь на данные измерений электрических нагрузок за предыдущие периоды, на основе которых можно определить реальные средние значения коэффициентов загрузки трансформаторов. Необходимо учитывать, что замена трансформатора вызывает дополнительные затраты на монтаж, демонтаж и транспортировку оборудования, но при этом приводит к снижению потерь электроэнергии. Крупные предприятия имеют возможность выполнить такую замену самостоятельно, чего нельзя сказать о средних и малых предприятиях. Поэтому представляется целесообразным рассмотреть создание централизованной организации, где будет оказываться помощь инженерным работникам предприятий в вопросах целесообразности перехода на другой типоразмер трансформатора, решаться вопросы демонтажа, доставки и установки, которые могут стать основной помехой при осуществлении вышеуказанного способа экономии энергоресурсов.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СРЕДСТВ СЕКЦИОНИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ НАПРЯЖЕНИЕМ 10 кВ

С.А. Сидоров

Научный руководитель – д.т.н., профессор *М.А. Короткевич*
Белорусский национальный технический университет

При существующем росте требований к надежности электроснабжения, актуальным является разработка методик, с помощью которых можно обосновать затраты электроснабжающих предприятий, необходимые для обеспечения требуемого уровня надежности. Важность этой темы очевидна, поскольку без методики технико-экономических обоснований применения средств повышения надежности затруднительно привлечь денежные ресурсы на приобретение требуемых аппаратов и устройств.

К одному из эффективных способов повышения надежности работы сельской электрической сети относится ее секционирование, осуществляемое с помощью разъединителей, выключателей и других коммутационных аппаратов.

Оптимальное использование свойств указанных средств приводит к снижению недоотпуска электроэнергии потребителям. Для этого требовалось разработать методику определения оптимальных мест размещения и вида средств секционирования. В общем случае математическая модель задачи оптимального повышения уровня надежности сводится к следующим постановкам:

- выбор стратегии применения технических средств и мероприятий, повышающих надежность по их эффективности, и количественная оценка этих мероприятий;
- при заданных ограниченных ресурсах выбор необходимых технических средств, обеспечивающих максимальный эффект по показателям надежности;
- при минимуме капитальных вложений обеспечение заданного уровня надежности, т.е. величины недоотпущенной электроэнергии для потребителей рассматриваемой электрической сети.

Для количественной оценки эффекта от применения тех или иных секционирующих устройств принимается значение суммарного недоотпуска электроэнергии по линии за год ΔW .

Разработан подход к составлению математического описания затрат времени на восстановление электроснабжения и определения недоотпуска электроэнергии для распределительной линии 10 кВ сельской электрической сети.

Оценено относительное приращение затрат при оснащении сети такими средствами секционирования, что позволило их упорядочить по значению эффективности.

Для учета условий эксплуатации и безопасности обслуживания исследуемой сети, использован метод многоцелевой оптимизации, позволивший определить оптимальное сочетание средств секционирования линии.

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ДО 1000 В

А.В. Рожков

Научный руководитель – д.т.н., профессор *М.И. Фурсанов*
Белорусский национальный технический университет

Для проектирования электрической сети до 1000 В проектировщику необходимо знать места расположения трансформаторного или распределительного пункта и нагрузок. Кроме того, должны быть известны типы нагрузок (промышленная, бытовая, сельскохозяйственная и др.) и величина установленной мощности. Для выбора количества фаз и марки проводов инженеру необходимо рассчитать с учетом коэффициентов одновременности потоки на каждом из участков сети. Данный расчет является весьма трудоемким и может привести к ошибке. Поэтому для решения задачи на базе основных теоретических сведений и опыта проектирования инженеров-проектировщиков авторами рассматриваемой задачи разработан алгоритм, который нашел реализацию в программе «Net038».

Исходной посылкой для расчета нагрузок является предположение о том, что с увеличением числа потребителей, вероятность их одновременной работы снижается. Поэтому с учетом опыта эксплуатации сетей 1000 В были составлены таблицы, в которых в соответствии с суммарной мощностью питаемой нагрузки ставится коэффициент одновременности. Умножая данный коэффициент на значение установленной мощности, получаем значение потока мощности на рассматриваемом участке. Причем эквивалентирование производится отдельно по бытовой и по промышленной нагрузкам.

Как известно, нагрузка в электрических сетях до 1000 В бывает трехфазная и однофазная. При проектировании электрической сети проектировщику необходимо выбрать: к какой из фаз подсоединить однофазную нагрузку. При этом инженер руководствуется лишь собственными предположениями и догадками, не имея возможности рассчитать режим проектируемой сети. Для решения данного вопроса в программе «Net038» реализована функция оптимального распределения нагрузок по фазам. Основными требованиями к распределению нагрузок по фазам является: возможно минимальный ток в нулевом проводе на головном участке и максимальное падение напряжения, не превышающее допустимого значения. После вызова данной функции, программно отображается диалоговое окно, в котором пользователь может выбрать количество возможных вариантов и максимальное отклонение напряжения. В случае утвердительно ответа начинается процесс счета. Его сущность заключается в следующем. В узлах, содержащих однофазную нагрузку, случайным образом выбирается фаза, к которой подсоединяется рассматриваемая нагрузка. На участках, содержащих один или два фазных провода, также случайным образом выбирается фаза, которая используется в расчете. После этого происходит расчет токораспределения с учетом коэффициентов одновременности и расчет падения напряжения. В случае, когда падение напряжения в наиболее электрически удаленной точке не превышает допустимого, расположение нагрузок, фаз и ток в нулевом проводе на головном участке записываются во временный массив. Затем процесс случайного распределения и расчета повторяется. После того, как рассчитано заданное количество вариантов, из сформированного временного массива выбирается минимальное значение тока в нулевом проводе и восстанавливается «фазность» подключения однофазных нагрузок и «фазность» участков, где установлено один или два провода. Таким образом, на экране отображается схема, с указанием «фазности» нагрузок и проводов.

ЭЛЕКТРОДЕИОНИЗАЦИЯ – ВЫСОКОЭКОЛОГИЧНЫЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ ВОДЫ

Е.Н. Тишкова

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.А. Чиж*
Белорусский национальный технический университет

Цель исследования: поиск методов, позволяющих повысить эффективность и экологичность подготовки обессоленной воды, по сравнению с традиционным химическим обессоливанием воды, для мощных энергоблоков ТЭС.

Методика исследований: поиск информации о существующих в мировой практике способах обессоливания воды в научно-технических изданиях и на сайтах Интернет; проведение теоретического и расчетного анализов результатов эксплуатации условной водоподготовительной установки, обрабатывающей воду по традиционной схеме химического обессоливания методом ионного обмена (I вариант) и методом электродеионизации (II вариант).

Анализ результатов собранной информации и проведенных расчетов показал, что, с точки зрения обеспечения высокой экологичности процесса очистки воды, бесспорный интерес представляет метод электродеионизации. Проведенный анализ двух вариантов работы условной водоподготовительной установки выявил следующие основные преимущества метода электродеионизации:

- высокая степень экологичности и безопасности за счет полного исключения использования агрессивных химических реагентов (NaOH и H_2SO_4);
- сточные воды содержат соли только в том количестве, в котором они поступили на водоподготовку с исходной водой, то есть какое-либо дополнительное количество солей в стоках отсутствует;
- непрерывность функционирования системы обработки воды за счет непрерывной электрической регенерации ионитов;
- исключение капитальных затрат на сооружение складов NaOH и H_2SO_4 , насосов, расходных емкостей, баков-нейтрализаторов кислых и щелочных сточных вод и т.д.;
- простота автоматизации и управления установкой;
- при той же производительности – существенно меньшие площади, занимаемые установкой;
- конструктивное исполнение электродеионизатора таково, что значительно упрощаются ремонтные работы и нетрудно увеличить производительность установки.

Литература

1. ЭДИ дополняет технологию ионного обмена и обратного осмоса // Мировая электроэнергетика. 1998. №4. С. 32-34.

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ СХЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПОДОГРЕВА СЕТЕВОЙ ВОДЫ НА ЭНЕРГОБЛОКАХ

А.Н. Шкода

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Н.Б. Карницкий*
Белорусский национальный технический университет

В условиях роста отопительных тепловых нагрузок в западной части г. Минска и крайне стесненных финансовых ресурсах, не позволяющих дополнительно установить дорогостоящие пиковые водогрейные котлы, обостряется вопрос дополнительного отбора значительного количества теплоты для нужд теплоснабжения, к тому же при повышенной температуре сетевой воды. Применительно к оборудованию Минской ТЭЦ-4 возможными вариантами решения этой проблемы могут быть:

1) отбор высокопотенциальной теплоты от энергетических котлов в высокотемпературном теплофикационном экономайзере;

2) использование существующих подогревателей сетевой воды калориферов (ПСВК) в качестве дополнительной ступени подогрева сетевой воды;

3) организация дополнительной ступени подогрева сетевой воды за счет использования в сетевом подогревателе в качестве греющего теплоносителя питательной воды, отбираемой из питательного тракта перед питательными насосами.

Для отбора теплоты от котлов энергоблоков можно разместить по ходу газов перед регенеративным воздухоподогревателем поверхность нагрева. Эту поверхность можно назвать высокотемпературным теплофикационным экономайзером (ВТЭ) или встроенным водогрейным котлом (ВВК).

На газовом котле энергоблока с турбиной Т-250-240 в ВТЭ можно отобрать до 120 Гкал/ч теплоты, тогда как отбор теплоты от турбины составляет порядка 350 Гкал/ч. Количество отбираемой теплоты можно увеличить, если одновременно сократить поверхность нагрева водяного экономайзера, вплоть до отключения на период потребления теплоты. В качестве ВТЭ можно использовать часть поверхности котельного экономайзера. Сжигание в котлах одного газа позволяет отобрать в них теплоту со снижением температуры уходящих газов до $t_{\text{гх}}=80-90$ °С.

Путем дополнительного подогрева сетевой воды в ПСВК за счет создания регулирующей (последней по ходу воды) ступени подогрева реализуется принцип увеличения ступеней подогрева сетевой воды отборным паром турбины, с возможным увеличением тепловой нагрузки энергоблока на 60 Гкал/ч, при одновременном, необходимом для условий отпуска теплоты повышением температуры прямой сетевой воды и переход на наиболее экономичный способ регулирования этой температуры регулированием давления на ПСВК регулирующим клапаном на линии отвода пара из приводной турбины ПТН в главную турбину.

В третьем варианте отбора теплоты из линии питательного тракта турбоустановки питательная вода, используемая в сетевых подогревателях как греющий теплоноситель, проходит не 2-х ступенчатый, а 4-х ступенчатый подогрев в регенеративных подогревателях, что дает снижение удельного расхода топлива около 1,5 г у.т./кВт·ч.

Такой вариант модернизации тепловой схемы турбоустановки при снижении электрической нагрузки турбины позволяет поддерживать расход теплоносителя в линии конденсата на неизменном максимальном уровне за счет регулирования соотношения долей питательной воды, отбираемой для подогрева воды в сетевом подогревателе и направляемой через ПВД в котел. Это благоприятно влияет на надежность турбоустановки и расширяет диапазон регулирования электрической мощности турбины без изменения тепловой нагрузки.

Разработана методика и выполнена оценка тепловой экономичности представленных технических решений, поданы три заявки на изобретения.

ОТ КОТЕЛЬНОЙ ДО МИНИ-ТЭЦ

С.М. Замара, А.А. Гончарова

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Н.Б. Карницкий*
Белорусский национальный технический университет

Целью наших исследований явилось изучение преимуществ перевода в объективно создавшейся ситуации котельной с паровыми котлами в мини-ТЭЦ с установкой противодавленческой паровой турбины с производственным отбором для привода электрогенератора мощностью 12 МВт применительно к I-очереди Бобруйской ТЭЦ-1. До реконструкции и перевооружения этой очереди паровые котлы работали на общую сеть с выдачей пара на цели отопления и обеспечения производства технологическим паром.

Ввод новой мощности в дефицитной энергосистеме ПЭУ «Могилевэнерго» в определенной степени решает проблемы снижения перетоков электроэнергии и удельного расхода топлива. Установленная паровая теплофикационная турбина ПР-12-3,4/1,0/0,1 КТЗ укомплектована синхронным электрогенератором Т-1202УЗ производства АО «Привод». Номинальные параметры: свеже-

го пара $p=3,4$ МПа, $t=435$ °С; пара производственного отбора $p=1,0$ МПа при расходе 50 т/ч (отбор за 5-ой ступенью). Противодавление составляет 0,12 МПа, что обеспечивает необходимый подогрев сетевой воды. Регенеративное устройство обеспечивает подогрев питательной воды паром из нерегулируемого отбора турбины за 8-ой ступенью и состоит из подогревателя высокого давления типа ПВ-110. Для отсоса пара из концевых уплотнений турбины, штоков стопорных и регулирующих клапанов, а также штока поворотной диафрагмы предусмотрен струйный подогреватель ПС-1М, используемый для подогрева обессоленной химочищенной воды. На турбине предусмотрены следующие устройства защиты: два стопорных клапана, автоматически прекращающие подачу свежего пара в турбину при падении давления масла в быстрозапорных устройствах до величины менее 0,3 МПа. Одновременно закрывается быстрозапорный клапан-захлопка на производственном отборе пара и под воздействием реле закрытия клапанов происходит закрытие регулирующих клапанов и поворотной диафрагмы; регулятор безопасности, обеспечивающий через автоматический затвор закрытие стопорных клапанов при повышении частоты вращения ротора турбины до 56 1/с (3360 об/мин); гидравлическое реле давления в системе смазки, обеспечивающее автоматическое закрытие стопорных клапанов при падении давления в системе смазки до 25 кПа; дистанционный выключатель с электромагнитным приводом, обеспечивающий автоматическое закрытие стопорных клапанов при поступлении электрического сигнала (в случаях: осевого сдвига ротора от рабочего положения; уменьшения давления на всасе главного масляного насоса-регулятора до 25 кПа; увеличения вибрации переднего или заднего подшипников турбины до 11,2 мм/с (соответствует двойной амплитуде виброперемещений 100 мкм), уменьшения температуры свежего пара до 410 °С.

Турбоагрегат обеспечен современной автоматизированной системой управления технологическими процессами с использованием ПЭВМ. Диапазон изменения нагрузки составляет 30-100 %. Отсутствие потерь в холодном источнике существенно улучшит ТЭП работы Бобруйской ТЭЦ-1 и приведет к заметной экономии топлива в целом по городу. Удельный расход топлива на выработку электроэнергии при этом составит 162,6 г у.т./кВт·ч, соответственно, на отпуск теплоты 167,6 кг/Гкал.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЕПЛОФИКАЦИОННОЙ ТУРБИНЫ

В.М. Смирнов

Научный руководитель – к.т.н. *А.В. Седнин*

Белорусский национальный технический университет

Основы профиля теплофикационных турбоустановок закладывались в 50–60-е годы. В настоящее время существенно изменился как режим их эксплуатации, так и внешние условия. Под внешними условиями в первую очередь понимается существенно изменившаяся за последнее время структура тепловой нагрузки. Кроме этого, в последнее время все более остро стоит вопрос о привлечении турбоустановок ТЭЦ к регулированию графика электронагрузок. Особенно актуальным этот вопрос является для Беларуси, где более 50 % генерирующих мощностей находятся на ТЭЦ.

Для анализа влияния режимов работы турбоустановки Т-110/120-130 на экономичность выработки электроэнергии был составлен алгоритм расчета тепловой схемы. Основными составляющими алгоритма, являются следующие модули: определение расходов пара на регенеративные и сетевые подогреватели; определение расходов пара через отсеки турбины; расчет давлений в отборах; расчет энтальпий пара и воды в регенеративных и сетевых подогревателях; условное разделение цикла на конденсационный "К" и теплофикационный "Т"; расчет внутренней мощности потоков пара в турбине и мощности генератора; расчет технико-экономических показателей турбоустановки.

Кроме этого, был составлен модуль позволяющий определить экономичность работы ЦНД на нерасчетных режимах. Расчет ступени или группы ступеней производится по известным параметрам пара за ступенью. Исходными данными являются геометрические параметры ступени, ве-

личина давления и степень сухости пара за последней ступенью. Вычисления производятся итерационным методом. Расчеты прекращаются при равенстве параметров пара перед первой ступенью ЧНД со значениями этих же параметров, полученных в результате расчета тепловой схемы.

Для расчетов термодинамических свойств воды, влажного и перегретого пара составлены отдельные модули программы, в которых использовались уравнения, приведенные в [3, 4]. Все расчеты выполнялись при помощи ЭВМ.

Для оценки экономичности работы турбоустановки использовались следующие показатели: удельный расход топлива на производство электроэнергии и удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении.

Литература

1. Расчетный метод сравнения конструкций проточной части турбомашин / В.К. Балабанович, Н.Б. Карницкий, В.М. Неуймин И.П. Усачев // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 1995. – № 5–6. – С. 77–82.

2. Самойлович Г.С., Трояновский Б.М. Переменные и переходные режимы в паровых турбинах. – М.: Энергоиздат, 1982. – 496 с.

3. Ривкин С.Л., Кременевская Е.А. Уравнения состояния воды и водяного пара для машинных расчетов процессов и оборудования электростанций // Теплоэнергетика. – 1977. – № 3. – С. 69–73.

4. Литинецкий В.В., Ривкин С.Л., Кременевская Е.А. Алгоритм расчета термодинамических свойств водяного пара на ЭВМ // Теплоэнергетика. – 1986 – №4. – С. 48–51.

КОМПЛЕКСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОБРАБОТКИ АКТИВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Е.В. Захожий

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Ю.П. Ярмольчик*
Белорусский национальный технический университет

Несмотря на достаточно известные и хорошо зарекомендовавшие себя технологии по очистке активных поверхностей от различных как органических, так и неорганических загрязнений, существует достаточно серьезная проблема, связанная как с качеством, так и со временем их очистки.

Известно, что повышение качества обработки активных поверхностей промышленных конструкций и машин с , например, SA 1,0 до SA 2,5, приводит к увеличению сроков их эксплуатации до 2 раз, что ведет к значительному снижению материальных затрат. Кроме того, представляется очевидным, что даже незначительное, на первый взгляд, уменьшение слоя отложений на теплообменных поверхностях приводит к значительному экономическому эффекту. Так, слой отложений во внутренних полостях труб конденсатора паровой турбины в 1..1,5 мм, повышает температурный напор на 3..3,5 °С, что приводит к дополнительному сжиганию ~5 т мазута в 1 час. Кроме того, работы по очистке поверхностей трудоемки и требуют значительных затрат времени, что приводит к увеличению времени простоя теплоэнергетического оборудования.

В мировой экономике на современном этапе на каждого жителя приходится ~ 50 м² активных поверхностей промышленных, строительных и прочих конструкций, подлежащих поверхностной обработке под различные виды коррозионно-устойчивых и других покрытий. Качество этих покрытий и срок их эффективного действия в значительной степени зависит от качества обработки поверхностей и их подготовки к покрытию. Увеличение срока службы защищающих покрытий активных поверхностей только на 10% (что возможно, например, при улучшении среднего качества обработки поверхностей с ныне приемлемого в нашей республике SA 1..1,5 по шведскому стандарту (ISO 8501-1:1998) до SA 2..2,5), позволит уменьшить затраты на металл в пределах нашей республики не менее, чем на 10000 т/год, затраты на дорогостоящие покрытия не менее 1 000 000 м²/год. Эта задача также в значительной степени актуальна и в теплоэнергетике, где применяются различные технологии очистки внутренних поверхностей труб и межтрубного пространства от

накипи, отложений солей, иных неорганических и органических наслоений. При этом каждая из известных технологий наиболее эффективна для конкретного вида отложений. Из технологий динамической очистки наиболее распространены в мировой практике пескоструйные, гидравлические и газо-термические аппараты. Современные тенденции последних разработок и патентов (в т. ч. в развитых странах), главным образом, заключаются во все большем увеличении кинетических энергий очищающих потоков, при этом затраты на их образование, как правило, увеличиваются.

Разработаны принципиальные схемы установки, реализующей технологию очистки загрязненных поверхностей, в зависимости от физико-химических свойств поверхностей и загрязнений. Показаны условия, при которых целесообразно применять разработанную установку для работы в режиме газо-жидкостно-дисперсионной, термо-газовой или термо-газо-дисперсионной очистки. Рассмотрены и обоснованы условия подвода к операторскому агрегату газо-дисперсного, воздушного и топливного потоков.

В результате работы найдены оптимальные условия входа составляющих потоков. Показана необходимость организации газо-дисперсного потока с минимальными гидродинамическими сопротивлениями.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОТЕЛЬНЫХ

А.И. Врублевский, Т.С. Полякова

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Ю.П. Ярмольчик*
Белорусский национальный технический университет

Большинство предприятий оборудованы паровыми промышленными и промышленно-отопительными котельными, давление пара на которых - 1,2...1,5 МПа, тогда как потребителю требуется пар 0,2...0,4 МПа. В абсолютном большинстве случаев перепад давления срабатывает на РОУ, и потенциальная энергия давления безвозвратно теряется.

Малые электростанции создаются на базе существующих котельных, имеющих переменные паровые нагрузки. При переводе котельной на комбинированную схему производства тепловой и электрической энергии требуются новые критерии оптимизации, отличные от проектных критериев при строительстве котельной. Для чего разрабатываются технологии выработки электроэнергии по комбинированной схеме для каждого конкретного заказчика.

За счет комбинированного производства тепла и электроэнергии на базе существующих промышленных и отопительных котельных (малые электростанции) затраты на сооружение паротурбогенератора окупаются за 3,5-5 лет. При этом повышается автономность энергоснабжения котельной, что позволяет котельной оставаться в рабочем режиме при отключении от энергосистемы, т. е. сохранить технологический процесс предприятий, связанных с котельной по пару и теплу.

Расчетным путем определен удельный расход топлива на выработку электроэнергии при надстройке паровых котельных энергосберегающими электроэнергетическими комплексами (ЭЭК), работающими параллельно с РОУ. Удельный расход условного топлива в этом случае составляет 0,145...0,165 кг у.т/(кВт.ч).

Паротурбогенератор (ПТГ) позволяет использовать энергию пара низких параметров (в том числе насыщенного), срабатываемую, как правило, в редуцированных устройствах котельных.

ПТГ могут быть включены в тепловую схему малых и средних котельных, пар которых используется для теплофикационных и технологических целей. Тем самым удастся получить с минимальными капитальными затратами независимый от энергосистемы источник промышленной и бытовой электроэнергии, превратив котельную в мини-ТЭЦ, при этом ПТГ может работать как в автономном режиме, так и параллельно с энергосистемой или другими источниками электрического тока, а пар, отработавший в турбине, поступает на теплофикационные или технологические нужды.

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ И СПОСОБА ОЧИСТКИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОНДЕНСАТОРОВ ПАРОВЫХ ТУРБИН

Ю.С. Галузо

Научный руководитель – *М.А. Ярмольчик*

Белорусский национальный технический университет

Разработаны принципиальные схемы установки, реализующей технологию очистки загрязненных поверхностей конденсаторов паровых турбин.

Схема аппарата, реализующего разработанную технологию, выглядит следующим образом: Топливо – керосин, бензин, горючий газ, а после разогрева и более тяжелое, например, дизельное топливо вытеснением независимо подается в горелку, где порционно смешивается со сжатым до, как минимум такого же давления, воздухом, причем горелка устроена так (за счет завихрителей потоков, противонаправления и распыления струй топлива и окислителя), что происходит тщательное их смешивание с подогревом в рабочем состоянии до камеры сгорания. Зажигание горючей смеси может происходить как за пределами камеры сгорания (у среза сопла) внешним источником при пониженной подаче окислителя с последующим затягиванием пламени в камеру сгорания путем увеличения расхода окислителя, так и непосредственно в камере сгорания (например, свечой зажигания). Дисперсный материал (кварцевый песок, шлаки цветной металлургии, металлическая дробь и т. д.) подается в горелку из специального питателя сжатым воздухом так, что смешение дисперсионного потока с потоком продуктов сгорания (для некоторых случаев – не догоревшими) происходит в специальной камере, так, чтобы динамическое сопротивление дисперсионного потока было минимальным. Устройство заканчивается соплом, где окончательно (за исключением специальных случаев, где необходим догар за пределами сопла горелки) смешиваются оба потока.

Показана необходимость организации газо-дисперсного потока с минимальными гидродинамическими сопротивлениями. Рассмотрены условия тангенциального подвода воздушного и топливного потоков. Найден оптимальный диапазон углов наклона патрубков подвода воздушного и топливного потоков, условия их смешения. Доказана целесообразность закрутки воздушно-топливного потока. Обоснован выбор шнековой схемы и условия ее реализации для закрутки воздушно-топливного потока в камере сгорания. Для получения потока с наибольшей динамической эффективностью предложено канал для подвода воздушно-дисперсной смеси располагать коаксиально камере сгорания.

Сложность задачи усугублялась тем, что помимо требований к качеству обрабатываемых поверхностей, существенным здесь представляется невозможность (крайняя нежелательность) изменения состояния поверхности, связанная с механической мягкостью материалов и, следовательно, относительной легкостью механического повреждения (царапины, выбоины и т.д.). Вышеприведенные аргументы доказывают нежелательность применения для очистки подобных поверхностей дисперсного материала с твердостью, превышающей твердость самих поверхностей, что неизбежно приведет к внешним повреждениям этих поверхностей. Кроме того, цветные металлы имеют низкую температуру плавления, что ограничивает использование высокотемпературных установок. Таким образом, вышеописанные поверхности нежелательно очищать ни термическими, ни термо-дисперсионными способами. Для подобных поверхностей были предложены следующие способы очистки: газовый (холодный), жидкостный и, наиболее эффективный, газо-жидкостно-дисперсионный. Это обусловлено уникальностью, с точки зрения решения поставленной задачи, рабочих частиц. В отличие от жидкостного, а тем более, - газового потока, частица газо-жидкостно-дисперсионного потока имеет значительную кинетическую энергию (плотность в несколько раз выше) и дискретность (после соприкосновения с очищаемой поверхностью частица не дробится), что значительно повышает не только скорость, но и качество обработки поверхностей. С другой стороны, частица газо-жидкостно-дисперсионного потока обладает вязкостью поверхностного жидкого слоя, что позволяет производить более бережную, чем газотермический, газодисперсионный и термо-газо-дисперсионный потоки, очистку.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК

А.С. Поклонов, Е.В. Мойсей

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Р.И. Есьман*
Белорусский национальный технический университет

Объектом исследования являются методы и принципы управления формированием литых заготовок. Цель работы – математическое моделирование процесса формирования литых заготовок, получаемых специальными способами литья. В процессе работы проводились комплексные исследования факторов, влияющих на процесс формирования отливок сложной конфигурации. На этой основе разработаны эффективные методы управления процессами, определены оптимальные режимы параметры теплотехнологий литья. В результате исследований созданы теоретические основы, алгоритмы и программы, позволяющие моделировать процессы формирования литых заготовок, разработаны методологические принципы перспективных управляемых теплотехнологий. Основные технологические показатели: повышение стабильности процессов и производительности оборудования в среднем на 25%

Эффективность управляемых специальных теплотехнологий литья определяется возможностью получения изделий регламентированного качества. Полученные результаты могут использоваться для создания ресурсо- и энергосберегающих технологий получения литых заготовок с повышенными эксплуатационными характеристиками.

Для математического описания процесса формирования сложной отливки в металлической форме разработали двумерные математические модели: реализации решения всех задач осуществляется численными методами (методами конечных разностей, конечных элементов) с применением персональных компьютеров.

Математическая модель управляемых технологических процессов включает замкнутую систему дифференциальных уравнений переноса энергии и массы в системе сопряженных тел отливка (слиток) форма (кристаллизатор). Адекватность математических моделей реальным условиям литья подтверждена результатами экспериментов проведенных в лабораторных и производственных условиях.

ТЕПЛООБМЕН ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ОТЛИВОК

Т.С. Полякова

Научный руководитель – д. т. н., профессор *Р.И. Есьман*
Белорусский национальный технический университет

Ввиду сложности процесса формирования отливок в металлической форме большинству авторов, разрабатывающих теорию тепловых процессов при литье, удавалось построить лишь приближенные модели, не учитывающие ряд факторов, влияющих на процесс.

Сложность математического описания процесса обусловлена следующими обстоятельствами:

- конечными размерами отливки и формы;
- сопряженностью задачи, т.е. наличием совместимых граничной зоне контакта и формы;
- наличием фазового перехода в отливке в период ее затвердевания, что приводит задачу в разряд нелинейных даже при постоянных теплофизических характеристиках материала отливки и формы;
- существованием для реальных сплавов интервала теплоты кристаллизации;
- переменностью теплофизических характеристик, т.е. их зависимостью от температуры;
- нелинейность граничных условий на внешних поверхностях формы;
- возникновение температурных напряжений в отливке и форме;

- наличием обратного воздействия температурных деформаций металлической формы (образование газового зазора между кокилем и отливкой) на температурные поля и теплообмен.

Математическая модель процесса затвердевания и охлаждения отливки в форме включает в себя систему дифференциальных уравнений, описывающих температурное поле в отливке и форме, и краевые условия, включающие начальные условия (распределения температуры по сечению тел в начальный момент времени), граничные условия, выражающие условия теплового взаимодействия системы тел отливка – форма – окружающая среда, геометрические параметры (размеры, конфигурация и теплофизические свойства взаимодействующих тел).

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВСИНЫ НА ТОПЛИВО НА ПРИМЕРЕ ИВАЦЕВИЧСКОГО ЛПХ

Д.О. Володкевич

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.А. Добровольский*
Белорусский государственный технологический университет

В докладе охарактеризовано развитие возобновляемой энергетики на мировом уровне, показана важность использования древесины как возобновляемого топлива, изложена стратегия Дании в области переработки отходов как страны, в данной области занявшей ведущее международное положение, показано положение на международной арене, касающееся утилизации отходов производства таких стран как Швеция, Австрия, Финляндия, Россия (стран, обладающих почти четвертой частью всех лесных ресурсов планеты), изучены проблемы исчерпаемости видов топлива, используемых в настоящее время, приведены отрицательные и положительные качества древесины и других видов топлива.

В докладе рассмотрены вопросы рационального использования древесных отходов на топливо как в мире, так и на уровне одного предприятия, проанализированы вопросы по уменьшению затрат предприятия на энергоресурсы, приведены сведения об объемах и видах отходов производства и низкокачественной древесины и пути их утилизации, в частности, на топливо в Ивацевичском леспромхозе, изложено финансовое положение леспромхоза, в котором он находится в настоящее время и описаны некоторые пути, следуя которым можно в значительной степени решить финансовый вопрос, проанализирована рациональность использования древесных отходов, с одной стороны, и каменного угля – с другой.

В данной работе изложены стадии, которые топливо должно пройти для обеспечения его сжигания, рассмотрены ТЭЦ, котельные, в том числе и централизованные, предложено устройство котельной для сжигания щепы и твердой древесины, изложена технология использования низкокачественной древесины и щепы, предложены такие устройства для очистки дымных газов, как мультициклоны и различные виды фильтров, показана рациональность их использования, описаны зависимость сгорания древесины от изменения ее влажности, а так же отрицательное влияние влажности на процесс ее горения, рассмотрены экологические проблемы, возникающие при сгорании как древесины, так и других видов топлива, дана общая характеристика образующихся при сгорании газов, в частности, таким, как CO₂, CO, SO₂, NO_x, даны советы по уменьшению выпуска в окружающую среду количества образующихся вредных веществ. В научной работе проанализирован факт: при сжигании древесины образуется то же количество CO₂, что и при естественном разложении, которое является альтернативой использования древесины в энергетических целях. В докладе рассматривается продукт сгорания древесины – зола, а так же полезность ее использования как вещества, имеющего ряд питательных веществ, таких, как калий, магний, фосфор.

В заключение необходимо отметить, что использование низкокачественной древесины и отходов деревообработки является экономически выгодным и целесообразным.

МЕТОД АНАЛИЗА ПАРОКОМПРЕССИОННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТЕПЛА

С.В. Здитовецкая

Научный руководитель – д.т.н. *В.И. Володин*

Белорусский государственный технологический университет

Трансформаторы тепла нашли широкое применение во многих странах мира. Наиболее перспективными областями для их использования являются системы теплоснабжения пищевой и химической промышленности, сельского хозяйства, кондиционирования воздуха, энергосберегающие технологии и использование для других целей. В зависимости от области применения их классифицируют как холодильные машины, тепловые насосы или комбинированные холодильно-нагревательные машины

Трансформатор тепла представляет собой сложную систему с внутренними и внешними связями, включающую взаимосвязанное оборудование. К основному оборудованию относятся компрессор, испаритель, конденсатор и дроссельное устройство.

В настоящее время накоплен значительный опыт по проектированию и анализу работы трансформаторов тепла.

Можно выделить несколько подходов к изучению и анализу. В одних случаях трансформатор тепла рассматривается как устройство в целом, в других - в качестве отдельных элементов оборудования.

В первом случае внимание уделяется анализу параметров контура трансформатора тепла [1], а процессы в аппаратах учитываются упрощенно, во втором случае анализируются процессы в отдельных элементах оборудования тепловой машины [2].

Предпринимаются попытки совместить анализ параметров контура и характеристик оборудования [1].

Комплексный анализ термодинамического цикла должен включать расчет теплообменных аппаратов. Если расчет теплообменных аппаратов проводится индивидуально, без учета параметров цикла тепловой машины, то не учитываются потери давления в аппаратах.

Предельные потери давления со стороны внутренней рабочей среды - хладагента в испаритель не должны превышать 40 кПа, в конденсаторе - 30 кПа.

Теплообменные аппараты, входящие в состав трансформаторов тепла, можно рассчитывать интегральным и локальным методами. При совместном расчете теплообменных аппаратов и параметров холодильной машины или теплонасосной установки используется интегральный метод. В индивидуальных и поверочных расчетах теплообменников применяются как интегральные, так и локальные методы [3].

В отличие от рассмотренных подходов к изучению и анализу парокомпрессионных трансформаторов тепла предлагается уточненный анализ параметров контура трансформаторов тепла и элементов оборудования для проведения комплексной оптимизации трансформаторов тепла.

Литература

1. Чумак И.Г., Никульшин Д.Г. Холодильные установки. Проектирование. - Киев: Выща школа, 1988. - 280 с.
2. Теплообменные аппараты холодильных установок / Под ред. Г.Н. Даниловой. - Л.: Машиностроение, 1986. - 303 с.
3. Володин В.И. Комплексный подход к расчету параметров компрессионной холодильной машины // Холодильная техника. - 1998. - № 2. - с. 8-10.

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА МАШИНИСТОВ КОТЛОВ

Е.В. Радченко

Научный руководитель – *С.Н. Винерский*

Белорусский национальный технический университет

Нами произведена оценка условий труда машиниста котлов на Оршанской ТЭЦ.

Функции машиниста котлов заключаются в контроле за работающим оборудованием по показаниям КИП и приборов автоматики, опробовании работоспособности предохранительных клапанов и личном осмотре оборудования во время регулярных обходов. Баланс оперативного времени при работе машиниста котлов представлен в таблице 1. Загазованность воздуха рабочей зоны представлена в таблице 2. Параметры микроклимата приведены в таблице 3.

Таблица 1

Оперативное время

| Рабочая зона (точки обслуживания) | Процент от времени смены |
|--|--------------------------|
| Центральный щит управления | 75,0 |
| Мазутный, газовый и питательный узлы (отметка 6,6 м) | 7,5 |
| Отметка обслуживания барабана котла (отметка 18,0 м) | 7,5 |
| Нулевая отметка | 5,0 |

Таблица 2

Обнаруженная концентрация, мг/м³, вредных веществ в воздухе рабочей зоны

| Место замера | Азота диоксид (ПДК= =2 мг/м ³) | Ангидрид сернистый (ПДК= =10мг/м ³) | Углерода оксид (ПДК= =20мг/м ³) | Углекислоты (ПДК= =300мг/м ³) |
|--------------------------------------|---|--|--|--|
| Центральный щит управления | 1,0 | 0,9 | 10,0 | 36,0 |
| Мазутный, газовый и питательный узлы | 1,6 | 1,4 | 15,8 | 70,0 |
| Отметка обслуживания барабана котла | 4,2 | 1,8 | 21,2 | 65,0 |
| Нулевая отметка | 0,8 | 0,7 | 8,6 | 30,0 |

Уровни шума составили (ПДУ звука – 80 дБА): на центральном щите управления – 66 дБА, при обслуживании мазутного, газового и питательного узлов – 88 дБА, на отметке обслуживания барабана котла – 85 дБА, на нулевой отметке – 81 дБА.

Таблица 3

Микроклимат

| Место замера (рабочая зона) | Температура воздуха, °С | | Относительная влажность, % | | Скорость движения воздуха, м/с | |
|--------------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|
| | Нормативное значение | Фактическая величина | Нормативное значение | Фактическая величина | Нормативное значение | Фактическая величина |
| Центральный щит управления | 20...24 | 29,8 | не более 75 | 30 | не более 75 | 0,2 |
| Мазутный, газовый и питательный узлы | 17...25 | 23,2 | "- | 39 | "- | 0,1 |
| Отметка обслуживания барабана котла | "- | 50,0 | "- | 18 | "- | 0,48 |
| Нулевая отметка | "- | 21,0 | "- | 46 | "- | 1,4 |

Таким образом, работа машиниста котлов выполняется в потенциально жизне- и травмоопасных условиях с возможностью аварийных ситуаций и риском для здоровья (с сосудами под давлением и опасными химическими веществами), в неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях труда (при повышенном уровне шума, высокой температуре, при наличии инфракрасного теплового излучения и при скорости движения воздуха, превышающей допустимые параметры), при регулярно чередующейся трехсменной работе с ночной сменой.

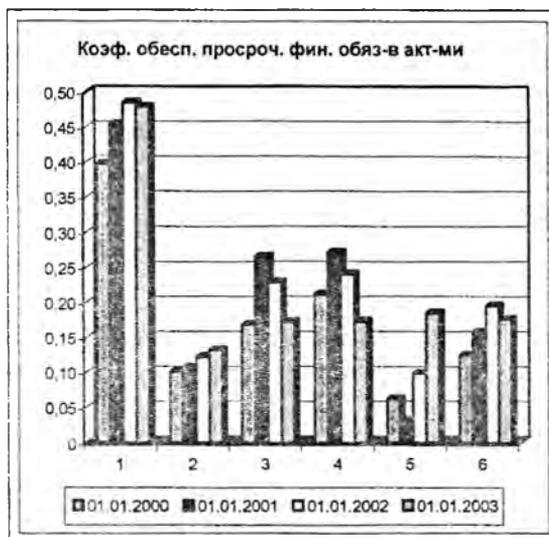
АНАЛИЗ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ И ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТИ ОБЛАСТНЫХ РУП ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

А.М. Заборовский

Научный руководитель – д.э.н., профессор *Л.П. Падалко*

Белорусский национальный технический университет

Основой Белорусской энергетической системы являются шесть республиканских унитарных предприятий (РУП) электроэнергетики: Витебскэнерго (1), Могилевэнерго (2), Минскэнерго (3), Брестэнерго (4), Гродноэнерго (5), Гомельэнерго (6). В приведенной работе представлены некоторые результаты, полученные нами в процессе анализа их финансового состояния и платежеспособности, на основе данных балансов за 1999 – 2002 гг. Анализ проводился по методике Минэкономики РБ применяющейся в процедурах банкротства в отношении предприятий независимо от их отраслевой принадлежности, организационно-правовой формы и формы собственности.



Для энергетики нормативное значение коэффициента текущей ликвидности не должно быть менее 1.7. Как видно на рисунке, несмотря на явно выраженную тенденцию к росту, значение данного коэффициента для всех областных РУП электроэнергетики в 1999 - 2002 гг. меньше нормативного, а значит, согласно существующему положению, структура их бухгалтерского баланса признается неудовлетворительной, а предприятия – устойчиво неплатежеспособными. Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами – второй контрольный индикатор стабильности финансового состояния, нормативное значение которого для энергетики не менее 0.3. Наши расчеты показали, что в рассматриваемом периоде ни для одного РУП этот норматив не был выполнен. О наступлении ситуации потенциального банкротства сигнализируют такие коэффициенты, как: 1) коэффициент обеспеченности финансовых обязательств активами (норматив не более 0.85) и 2) коэффициент обеспеченности просроченных финансовых обязательств активами (нормативное значение не более 0.5). Эти показатели характеризуют способность предприятия рассчитаться по своим финансовым обязательствам (во втором случае по просроченным) после реализации активов. Динамика коэффициента обеспеченности финансовых обязательств активами по годам для всех шести предприятий электроэнергетики, отраженная на рисунке, свидетельствует о попадании его в допустимый интервал. Анализ показал, что в нормативном интервале находится и коэффициент обеспеченности просроченных финансовых обязательств активами.

Приведенные данные свидетельствуют о неприемлемой, с точки зрения интенсивного долгосрочного развития, финансовом состоянии областных РУП энергетики. Они сигнализируют о необходимости коренных перемен в экономическом механизме отрасли и формировании иного принципа взаимоотношений энергокомпаний с потребителями электроэнергетики.

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ТАРИФОВ ЭНЕРГОКОМПАНИЙ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

А.М. Заборовский

Научный руководитель – д.э.н., профессор *Л.П. Падалко*
Белорусский национальный технический университет

Проблема оценки уровня тарифов, а также пропорций распределения прибыли между энергокомпаниями, выделенными в результате реформы из существующей вертикально-интегрированной структуры, является одной из основных при анализе различных вариантов реструктуризации электроэнергетики. При этом, важным результатом реформы отрасли должно стать, если и не снижение существующих тарифов, то хотя бы минимизация их роста. На начальном этапе реструктуризации предполагается, что тарифы на отпускаемую потребителям электроэнергию остаются регулируемы. В данной работе рассмотрим концептуальный механизм распределения прибыли и формирования энерготарифов между компаниями, созданными в результате реструктуризации.

В качестве примера возьмем некую энергосистему, в которой до реформы существовала одна вертикально-интегрированная энергокомпания. Себестоимость по фазам производства следующая: 1) генерация - C_1 2) передача по основной сети - C_2 3) распределение - C_3 .

Тариф на электроэнергию - T^{39} . Тогда, коэффициент рентабельности вертикально-интегрированной энергокомпании будет равен: $Kp = (T^{39} - \sum_{i=1}^3 C_i) / \sum_{i=1}^3 C_i$. После начального

этапа реструктуризации происходит разделение монополии на генерирующую, сетевую и распределительную компании. Функционирует отрасль по следующему принципу: выработанная генерирующей компанией электроэнергия продается сетевой компании по рассчитанному тарифу. Причем, тариф должен покрывать издержки и обеспечивать заданную прибыль. Затем сетевая компания продает электроэнергию распределительной, формируя тариф аналогичным образом. Такой же принцип образования тарифа и у распределительной компании, которая является последним звеном в поставке энергии потребителю.

Задача: при условии сохранения тарифа на электроэнергию для конечных потребителей на прежнем уровне, рассмотреть варианты распределения прибыли между созданными энергокомпаниями.

Пусть α_i - коэффициент (может задаваться государственным регулирующим органом) в соответствии с которым происходит регулирование рентабельности i -ой ($i = 1, 2, 3$) энергокомпании. Тогда отпускной тариф на электроэнергию для i -ой компании будет равен: $T_i^{39} = T_{i-1}^{39} + (1 + \alpha_i) \cdot C_i$. Найдем коэффициент рентабельности для i -ой компании:

$$Kp_i = \frac{T_i^{39} - (T_{i-1}^{39} + C_i)}{T_{i-1}^{39} + C_i} = \alpha_i \cdot \frac{C_i}{\sum_{k=1}^{i-1} (1 + \alpha_k) \cdot C_k + C_i}, \text{ где } i = 1, 2, 3$$

Таким образом, при заданных C_i , легко увидеть, что рентабельность каждой из компаний зависит от механизма выбора α_i . Условие сохранения тарифа на одинаковом уровне до и после реструктуризации, при рассмотренной методике формирования тарифов будет соответствовать балансу по прибыли в виде $\sum_{i=1}^3 (Kp_i \cdot [C_i + T_{i-1}^{39}]) = Kp \cdot \sum_{i=1}^3 C_i$. Легко показать, что в результа-

те преобразований данного равенства получаем: $\sum_{i=1}^3 (C_i \cdot \alpha_i) = Kp \cdot \sum_{i=1}^3 C_i$.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРНЕТ-ТРЕЙДИНГА В ПРОЦЕССЕ АКЦИОНИРОВАНИЯ БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Н.А. Баранников

Научный руководитель – *А.И. Баранников*
Белорусский национальный технический университет

Для того, чтобы обеспечить благоприятные условия для осуществления успешного акционирования белорусской энергосистемы, необходимо создать развитую инфраструктуру фондового рынка, которая могла бы обеспечить высокотехнологичный процесс торговли ценными бумагами. Для повышения ликвидности ценных бумаг, необходимо привлечь в экономику иностранных инвесторов, а также сформировать класс мелких инвесторов, что может быть достигнуто за счет роста доступности информационных услуг и повышения информационной прозрачности рынков, а также благодаря механизму маржевой торговли, снижающему «планку входа» на рынок.

Интернет и предоставляемые им возможности позволяют в настоящее время в полной мере реализовать все эти процессы. Интернет де-факто становится глобальной распределенной средой финансовых транзакций и инвестиций, доступ к которой осуществляется из любой точки мира при наличии минимальных аппаратных и программных ресурсов. Наиболее популярным сервисом является Интернет-трейдинг – формирование и управление инвестиционным портфелем через Интернет-брокеров, предоставляющих возможность покупать и продавать акции, фьючерсы, опционы и множество других инструментов по всему миру в режиме онлайн.

При создании концепции развития Интернет-трейдинга в Беларуси было бы весьма полезно ознакомиться с аналогичным опытом России, где торговля ценными бумагами через Интернет начала бурно развиваться в 1999 - 2000 гг. Первый шлюз для электронной торговли акциями в РФ был открыт на ММВБ в пилотном режиме в мае 1999 г, а в период с ноября 1999 года по июнь 2000 года был зафиксирован рост брутто-оборотов торговли через шлюз с 60 млн. до 13,7 млрд. рублей. Летом 2000 года МФБ и РТС также объявили о создании шлюзов к своим торговым системам.

Шлюз в совокупности с брокерской системой, установленные в составе программно-аппаратного комплекса профессионального участника, дает возможность его клиентам получать информацию в режиме реального времени из торговой системы биржи и проводить активные операции – ставить и снимать заявки. Таким образом, благодаря технологии Интернет-трейдинга клиент получает возможность доступа на торги через уполномоченного дилера. Клиентом в данном случае может выступать как юридическое, так и физическое лицо.

В пользу применения шлюза представители ММВБ приводят следующие доводы: расширение клиентской сети (за счет предоставления клиентам возможностей Интернет-трейдинга); снижение издержек по обслуживанию (значительно увеличивается количество клиентов, приходящихся на каждого брокера); повышение эффективности взаимодействия с биржей.

Вследствие жесткой конкуренции на рынке Интернет-трейдинга и резко сократившихся затрат посредников большинство брокерских компаний отменили регламентирование минимального размера стартового капитала инвестора, отказались от взимания платы за подключение к торгам и ежемесячной абонентской платы и берут с клиентов только комиссионные (порядка 0,3% от суммы сделки). Это дает возможность практически любому желающему участвовать в торгах на крупнейших биржевых площадках страны.

Литература.

1. www.onlinebroker.ru

СЖИГАНИЕ МЕСТНЫХ ТОПЛИВ В ПУЛЬСИРУЮЩЕМ СЛОЕ

А.И. Балаш

Научный руководитель – д.т.н., профессор *И.А. Бокун*
Белорусский национальный технический университет

Из-за роста цен на энергоносители, необходимости диверсификации поставок топливно-энергетических ресурсов из-за рубежа в республике сложилась обстановка, требующая производства тепловой и электрической энергии на основе освоения энергоэффективных технологий, оборудования для сжигания местных видов топлива. Как показал опыт, широкое применение для сжигания твёрдых низкокачественных топлив получили топки с кипящим слоем. Такие топки обладают целым рядом положительных свойств: интенсивное перемешивание частиц топлива, препятствующее образованию температурных переносов в слое; интенсификация процессов теплообмена и массообмена; возможность сжигания топлива при пониженных температурах (около 900 °С), что снижает образование оксидов азота и др. Однако ряд топлив имеют низкую температуру плавления золы. Это может привести к нарушению режима горения из-за образования спёкшихся агломератов. Поэтому такие топлива целесообразно сжигать в пульсирующем слое, который практически обладает теми же положительными свойствами, что и кипящий слой. Кроме того, он обладает пониженным гидродинамическим сопротивлением. Пульсации потока воздуха способствуют очищению конвективных поверхностей нагрева.

Гидравлическое сопротивление пульсирующего слоя с размещённым пучком труб определяется по следующей формуле:

$$\Delta P_{\max} = [(P_m - P_r) * (1 - E_0) * gh_0 - \rho_r cw] [1 - \exp(-2fz)],$$

где P_m, P_r – плотность зернистого материала и газа;

w – скорость фильтрации;

g – ускорение силы тяжести;

c – скорость звука в слое;

f – частота пульсации;

z – волновой коэффициент;

h_0 – высота неподвижного слоя.

Режим прерывистых пульсаций приводит к изменению размера кислородной и восстановительной зон, которая зависит от коэффициента реакционного газообмена.

$$K = \frac{1}{r} \cdot \frac{3 \cdot \sqrt{\frac{2}{1-E}}}{\frac{E}{1-E}} \cdot \frac{K_f}{W \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{\pi} \sin 2\pi fr \right)}$$

где r – радиус частицы;

K_f – константа скорости реакции на поверхности угольных частиц.

Литература.

1. А.С. №1511527 СССР. Способ сжигания топлива в кипящем слое./ И.А.Бокун.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ю.Ф. Метлова

Научный руководитель – *Е.А. Кравчук*

Белорусский национальный технический университет

Условия функционирования предприятий Беларуси сегодня принципиально изменяются. Это касается логики их деятельности, критериев рациональности хозяйствования, выбора выгодных путей развития. Анализируя процессы, происходящие в мировой экономике, можно заметить определенные обусловленности, которые в ближайшие годы будут влиять на функционирование организаций многих стран, в том числе и Беларуси. Выделить можно четыре основных явления.

1. Глобализация. На практике она выражается расширяющимся присутствием зарубежных корпораций, стремящихся к расширению рынков и снижению издержек. Данное явление касается как производственных секторов, торговли, услуг, так и операций на финансовых рынках. В результате постепенно будет исчезать понятие национального предприятия. А те из крупных хозяйствующих субъектов, которые сохраняют национальную структуру капитала, во все большей степени вынуждены будут развивать международные операции, хотя бы из-за экспансии фирм из экономически наиболее развитых стран. Эффектом глобализации, следовательно, является подверженность национальных экономик и предприятий влиянию мировой конъюнктуры и финансовых кризисов в разных регионах мира.

2. Развитие телеинформационных технологий, что проявляется в основном в росте темпа обмена информацией и адаптации компьютерных систем к управлению предприятиями. В Беларуси эти технологии распространяются слишком медленно. «Носителями» модернизации можно назвать прежде всего представителей финансового сектора, телекоммуникаций и молодое поколение сотрудников разных отраслей, пользующихся Интернетом как средством доступа к данным и коммуникации.

3. Молодое поколение кадров на предприятиях всего мира, и особенно в странах с трансформируемой экономикой, является основным носителем изменения культурных образцов. Сильное желание достичь успеха и высокая мобильность образованной молодежи приводят к радикальному изменению способов понимания и проведения бизнеса, реализации индивидуальной карьеры.

4. Непредсказуемость условий деятельности характерна для всех субъектов хозяйствования. Она является следствием не только развития рынка и усиления конкуренции (в том числе в результате глобализации). В значительной степени ее факторы - это непредвиденные изменения в технологиях, общественном поведении и политико-правовых решениях. Необходимость преобразования предприятия в современный, отвечающий сложным условиям внешнего окружения субъект хозяйствования приводит к появлению проблем в его функционировании. Чаще всего они выявляются при построении стратегии организации, когда менеджеры ищут оптимальный путь ее развития. Проблемой считается ситуация, когда что-то желаемое или ожидаемое не совпадает с тем, что достигнуто или произошло в действительности. Поэтому сущностью формулировки проблемы является определение разрыва между соответствующим образом идентифицированными реальным и желаемым состоянием предприятия. Использование понятия «стратегический разрыв» не случайно, хотя им в основном оперируют при проведении стратегического анализа по отношению к измеримым и повторяющимся явлениям, для которых можно выявить тенденции развития. Если отойти от методологического уровня стратегии на уровень процедур ее формулирования, то окажется, что специфика разных подходов сводится именно к способу определения стратегического разрыва, который и будет фундаментом для дальнейших действий, определяющих весь процесс разработки и реализации стратегии.

ПРОБЛЕМЫ СТРУКТУРНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ ЭКОНОМИКИ РБ

Н.К. Коховец

Научный руководитель – *Е.А. Кравчук*

Белорусский национальный технический университет

Национальная конкурентоспособность Беларуси во многом определяется структурой ее экономики, уровнем развития отраслей специализации, способных производить и реализовывать товары и услуги, отвечающие запросам мирового рынка. Структура является основой устойчивого развития страны и определяет национальную безопасность (экономическую, экологическую, энергетическую, продовольственную, оборонную).

Проблему повышения конкурентоспособности нельзя решить в отрыве от институциональных преобразований. Важнейшим направлением экономической реформы в стране в ближайшее время и на перспективу следует считать стабилизацию экономики и создание предпосылок устойчивого экономического развития на основе структурной перестройки и формирования новых рыночных институтов.

Построение в Беларуси социально ориентированной экономики требует дальнейших структурных преобразований экономики и социальной сферы, которые начались в нашей стране после обретения ею государственного суверенитета.

Основными направлениями социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2010 г., утвержденных постановлением Правительства в апреле 2000 г., предусматривается осуществление структурной перестройки экономики на основе специализации, кооперации и интеграции крупных и средних предприятий, целенаправленной государственной поддержки инноваций, важнейших систем производственной и социальной сферы, призванных обеспечить повышение уровня конкурентоспособности экономики и социальный прогресс нации.

В перспективе основными направлениями решения проблемы структурной перестройки промышленности в контексте повышения конкурентоспособности экономики страны должно стать выделение в качестве приоритетов прежде всего высокорентабельных производств, производящих продукцию, пользующуюся повышенным спросом, с более высокой добавленной стоимостью или обеспечивающей валютные поступления. К ним можно отнести: отдельные предприятия черной металлургии, машиностроения, нефтеперерабатывающей, медицинской промышленности. Например, белорусское автомобилестроение (включая автобусное производство) обеспечивает значительную часть валютных поступлений.

Первостепенное внимание должно быть уделено совершенствованию функций и методов государственного регулирования структурных преобразований. К ним можно отнести такие функции, как разработка и реализация государственных программ развития приоритетных отраслей промышленности, развития экспорта; мониторинг реализации этих программ; развитие внешнеторговой деятельности; обеспечение условий для ускорения научно-технического прогресса; повышение конкурентоспособности отечественной продукции, снижение ее материале- и энергоемкости; разработка основных направлений по созданию экономических условий для присоединения республики к Всемирной торговой организации; организация работы по формированию благоприятного инвестиционного и предпринимательского климата республики за рубежом и повышению ее международного рейтинга и т.д.

Литература.

1. Белорусская экономика: Анализ, прогноз, регулирование, 2003г. №7, 9

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГРАДИРЕН (СИСТЕМА ВИХРЕВОЙ ПОДАЧИ ВОЗДУХА)

Е.И. Иллюкович, С.Г. Морозов

Научный руководитель – *С.П. Снагар*

Белорусский национальный технический университет

Одним из мероприятий, повышающих эффективность работы градирен, является аэродинамический завихритель, представляющий собой установку вертикальных направляющих щитов внизу градирен.

Расчёт производится при фактических нагрузках блока. Порядок расчёта заключается в следующем. При заданной мощности блока N (МВт*ч) и его тепловой нагрузке Q_m (Гкал/ч) по нормативным энергетическим характеристикам (НЭХ) турбины определяется расход свежего пара D_0 (т/ч) и расход пара в часть низкого давления (конденсатор) D_k (т/ч).

$$D_0 = f(N, Q_m), \text{ т/ч} \quad (1)$$

$$D_k = f(D_0, Q_m), \text{ т/ч} \quad (2)$$

По характеристикам конденсатора находим температурный напор

$$\delta t_k = f(D_k, W_{ос}, t_{с1}), \text{ }^\circ\text{C} \quad (3)$$

где $W_{ос}$, – фактическое значение расхода охлаждающей воды, т/ч;

$t_{с1}$ – фактическое значение температуры охлаждающей воды на входе в конденсатор, $^\circ\text{C}$.

Температура конденсации пара

$$t_k = t_{с2} + \delta t_k, \text{ }^\circ\text{C} \quad (4)$$

где $t_{с2}$ – заданная температура охлаждающей воды на выходе из конденсатора, $^\circ\text{C}$.

Снижение давления отработанного пара при уменьшении температуры конденсации на величину дополнительного охлаждения воды в градирне δ ($^\circ\text{C}$)

$$\Delta P_k = \frac{dP_k}{dt_k} \delta, \text{ ата} \quad (5)$$

Здесь $\frac{dP_k}{dt_k}$ – производная давления отработавшего пара по его температуре насыщения.

По сеткам кривых поправок на вакуум НЭХ турбины (конкретной) находим увеличение мощности турбины за счёт дополнительного (на величину δ) охлаждения воды в градирне.

$$\Delta N_k = f(P_k, D_k), \text{ МВт} \quad (6)$$

Экономия топлива за счёт увеличения мощности блока находится

$$\overline{\Delta B} = \Delta N_k * v_{зам} \text{ т.у.т./ч} \quad (7)$$

где $v_{зам}$ – удельный расход топлива на отпуск электроэнергии от замещающей КЭС (Лукомльская ГРЭС, $v_{зам} = 320$ г у.т./кВт ч).

Годовая экономия топлива

$$\Delta B_{год} = \sum_{j=1}^n \overline{\Delta B_j} \tau, \text{ т.у.т.}, \quad (8)$$

где τ – средняя продолжительность месяца в часах, $\tau = 720$;

$\sum_{j=1}^n \overline{\Delta B_j}$ – сумма часовых величин экономии топлива за n месяцев работы станции.

Литература

1. От тропических циклонов к аэродинамическим завихрителям в градирнях для повышения эффективности работы тепловых и атомных электростанций АНК «ИТМО им. А.В. Лыкова» НАНБ. Мн.: 1998. –12 с.

ВНЕДРЕНИЕ КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК МЕЖДУ ТУРБОАГРЕГАТАМИ

М.Г. Калистратова, Е.В. Цимбалюк

Научный руководитель – к.т.н. *И.Н. Спагар*

Белорусский национальный технический университет

Задачей оптимизации режимов ТЭЦ является определение таких нагрузок и режимов работы основного и вспомогательного оборудования, при котором суммарный расход топлива является минимальным. При этом расход топлива на ТЭЦ можно выразить в следующем виде:

$$B_{ТЭЦ} = B_{э} + B_{мэ} \rightarrow \min, \text{ т.у.т./ч.} \quad (1)$$

где $B_{э}$ - расход топлива на выработку электроэнергии; $B_{мэ}$ - расход топлива на отпуск тепла.

Расход топлива на отпуск тепла определяется

$$B_{мэ} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{мэi} \cdot 10^6}{\eta_{каi} \cdot Q_p^u} + Q_{роу}, \text{ т.у.т./ч.} \quad (2)$$

где $\eta_{каi}$ - КПД брутто i -го парового котла; $Q_p^u = 7000 \text{ ккал/кг}$ – теплотворная способность условного топлива; $Q_{мэi}$ – количество теплоты, отпущенное внешним потребителям i -ым турбоагрегатом, Гкал/ч; $Q_{роу}$ – количество теплоты, отпущенное от РОУ, Гкал/ч; n – количество блоков на ТЭЦ.

Расход топлива на выработку электроэнергии определяется

$$B_{ТЭЦ} = B_{э}^m + B_{э}^k, \text{ т.у.т./ч} \quad (3)$$

где $B_{э}^m$ – расход топлива на выработку электроэнергии по теплофикационному циклу, т.у.т./ч;

$$B_{э}^m = b_m \cdot N_T, \text{ т.у.т./ч} \quad (4)$$

где b_m – относительный прирост топлива по теплофикационному циклу (по энергетическим характеристикам турбин), т.у.т./МВт*ч; N_T – теплофикационная мощность, МВт*ч

$$N_T = w_{mx} \cdot Q_{ТХ} + w_{mf} \cdot Q_{ТФ} - C, \text{ МВт*ч} \quad (5)$$

где w_{mx}, w_{mf} – удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении (технологическом и теплофикационном соответственно), МВт/Гкал (по энергетическим характеристикам турбин); $Q_{ТХ}, Q_{ТФ}$ – нагрузка технологическая и теплофикационная соответственно, Гка/ч; C – потери, МВт*ч (по энергетическим характеристикам турбин).

$B_{э}^k$ – расход топлива на выработку электроэнергии по конденсационному циклу, т.у.т./ч.

$$B_{э}^k = b_k \cdot N_k, \text{ т.у.т./ч} \quad (6)$$

где b_k – относительный прирост топлива по конденсационному циклу (по энергетическим характеристикам турбин), т.у.т./МВт*ч; N_k – конденсационная мощность, МВт*ч

$$N_{э}^m = N_{ТЭЦ} - N_T, \quad (7)$$

где $N_{ТЭЦ}$ – полная часовая электрическая нагрузка станции, МВт*ч.

Таким образом, распределение нагрузки между агрегатами будет происходить по наименьшему отпуску тепла на выработку электроэнергии, т.е. по наименьшим относительным приростам расхода топлива b_m и b_k .

Экономия топлива при этом будет определяться

$$\Delta B = B_{ТЭЦ} - B'_{ТЭЦ}, \text{ т.у.т./ч} \quad (8)$$

где $B_{ТЭЦ}, B'_{ТЭЦ}$ – расход топлива на ТЭЦ до и после внедрения комплекса программ оптимального распределения нагрузок между турбоагрегатами.

Литература

1. Падало Л.П., Пекелис Г.Б. Экономика электроэнергетических систем. -Мн: Выш. шк., 1985.- 336 с.

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РЕМОНТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

В.С. Шевчик

Научные руководители – *Л.Р. Чердынцева, А.М. Добриневская*
Белорусский национальный технический университет

Показатели качества ремонтного обслуживания – это количественные характеристики эффективности мероприятий и работ, выполняемых при проведении того или иного вида ремонтов. Они позволяют оценивать уровень подготовки и качество организации работ обслуживающего персонала. Для оценки качества ремонтного обслуживания (РО) можно использовать вероятностные, временные и стоимостные показатели:

1. Вероятность выполнения РО в заданное время – это вероятность того, что действительная продолжительность данного РО не превысит заданную продолжительность. Аналитически можно представить как функцию распределения времени РО

$$P_{PO}(t) = P(t_{PO} \leq t)$$

Если известна плотность распределения времени РО $f_{PO}(t)$, то

$$P_{PO}(t) = \int_0^t f_{PO}(t) dt$$

2. Среднее время выполнения РО данного вида $\overline{T_{PO}} = n^{-1} \sum_{i=1}^n t_{POi}$

где t_{POi} - продолжительность данного РО на i -ом предприятии электрических сетей энергосистемы.

3. Суммарная продолжительность РО за определенный период эксплуатации (месяц, год)

$$T_{PO\Sigma} = \sum_{j=1}^m t_{POj}, \text{ где } t_{POj} - \text{ продолжительность } j\text{-го РО, } m - \text{ количество РО, проведенных}$$

за рассматриваемый период эксплуатации.

4. Суммарная трудоемкость РО – это суммарные трудозатраты на проведение ремонтного обслуживания за определенный период эксплуатации. Трудоемкость измеряется в человеко-часах.

$$Q_{PO} = \sum_{i=1}^n Q_{POi}, \text{ где } Q_{POi} - \text{ трудозатраты на проведение } i\text{-го РО, } n - \text{ количество РО за рас-}$$

сматриваемый период эксплуатации.

Средняя суммарная трудоемкость на проведение РО за определенный период эксплуатации:

$$\overline{Q_{PO}} = M[Q_{PO}]$$

Удельная суммарная трудоемкость РО

$$\gamma_Q = \overline{Q_{PO}} / M[T_p], \text{ где } M[T_p] - \text{ математическое ожидание суммарной наработки за рас-}$$

сматриваемый период эксплуатации.

По аналогии с показателями трудоемкости РО вводятся такие показатели, как средняя суммарная и удельная стоимость РО.

Для оценки качества РО используется ряд коэффициентов:

- коэффициент эффективности профилактики;
- коэффициент технического использования, определенный по статистическим данным.

Литература

1. Падалко Л.П., Пекелис Г.Б. Экономика электрических систем: (Учеб. Пособие для энерг. спец. вузов). – 2-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. Шк., 1985. – 336 с., ил.

ИНВЕСТИЦИОННЫЙ КЛИМАТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Т.В. Густинович

Научный руководитель – *Е.В. Ячная*

Белорусский национальный технический университет

В последние годы доля инвестиций в основной капитал в Республике Беларусь составляла 16-18%. Для развитых стран такая доля инвестиций в ВВП является вполне достаточной: можно нормально обновлять производственный аппарат на новой технической основе и увеличивать объемы производства. Однако в Беларуси подобного процесса не наблюдается. Это происходит прежде всего по причине несопоставимо малого ВВП по отношению к используемым основным фондам, вследствие низкой производительности производственного аппарата, а также невысокой загрузки производственных мощностей в связи с недостаточной конкурентоспособностью производимых товаров по цене и качеству, которая без реструктуризации производств и привлечения инвестиций не может быть увеличена.

Определенным источником инвестиций может быть увеличение доли валового накопления и в его составе - доли инвестиций в ВВП. Этого можно достичь, во-первых, на основе снижения доли конечного потребления, а, во-вторых, путем привлечения иностранных инвестиций.

Первый путь затруднителен ввиду невысокого уровня жизни и бедности населения и может осуществляться постепенно.

Более приемлемым представляется второй путь, поскольку он не связан с уменьшением роста потребления населения страны. Кроме того, иностранные инвестиции вызывают не только рост импорта инвестиционных товаров в страну, но и увеличивают загрузку мощностей отечественных производителей инвестиционных товаров, вследствие чего происходит рост ВВП и потребления населения. Иностранные инвестиции имеют более высокую отдачу, так как основаны, как правило, на более прогрессивных технике и технологиях с использованием более эффективного менеджмента и ориентированы на освоение новых рынков.

Для привлечения иностранных инвестиций следует обеспечить последовательное проведение реформ, направленных на совершенствование институциональной среды и создание макроэкономических условий для инвестиций.

Сегодня в Беларуси инвестиционный климат хотя и не лишен недостатков, но постоянно улучшается. Вместе с тем для привлечения, прежде всего, иностранных инвестиций следует обеспечить последовательное проведение реформ, направленных на совершенствование институциональной среды и создание макроэкономических условий для инвестиций. Необходимо: создать надежные гарантии по защите собственности иностранных и частных инвесторов; значительно сократить административные барьеры на пути открытия и развития бизнеса; повысить качество и обеспечить стабильность основных институтов, регулирующих финансовые и экономические отношения; более активно продолжить формирование рыночной инфраструктуры; повысить кредитные возможности и надежность банковской системы, в том числе за счет разгосударствления банков и продажи Государственных долей участия в банках нерезидентам; снизить уровень инфляции до умеренного и обеспечить стабильность и полную конвертируемость национальной валюты; создать рынок земли, расширив права собственности на землю; сократить налоговое бремя на производителей продукции, осуществляющих свою деятельность на территории республики; развивать систему страхования инвестиционных рисков; расширить информационное обеспечение инвестиционной деятельности; активизировать сотрудничество с международными финансовыми организациями, и прежде всего МВФ.

Литература.

1. Беларуский экономический журнал 2003г. №3,9.

О ИСТОЧНИКАХ И ФАКТОРАХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА В БЕЛАРУСИ

Т.В. Густинович

Научный руководитель – *Е.В. Ячная*

Белорусский национальный технический университет

Возможности, которыми обладает Беларусь для обеспечения экономического роста:

Первостепенной является задача формирования системно полной законодательно правовой базы, регулирующей экономические отношения рыночного типа и проведение административной реформы, максимально исключая оперативные исполнительно-распорядительные функции государственного управления. Таким образом, главная задача государства – создание институциональных основ саморазвития.

Сегодня в целях обеспечения экономического роста важно создать условия для развития и увеличения поддержки малого и среднего бизнеса, что позволит решить ряд проблем.

Для Беларуси представляется целесообразным формирование крупных национальных корпораций (по отраслевому, территориальному или другим признакам), включение в международные корпорации при одновременной поддержке и развитии малого и среднего бизнеса. Это позволит придать экономике Беларуси устойчивость и гибкость, повысить ее структурную конкурентоспособность.

Необходимо активно осуществлять приватизацию. Беларусь преобразование форм собственности проводит медленно и отстает по темпам осуществления этого процесса от большинства стран, находящихся на стадии рыночных преобразований.

Важнейшей задачей на ближайший период времени является определение рационального перечня предприятий государственной собственности, функции которых не могут быть эффективно осуществлены другой организационно-правовой формой, предусмотренной Гражданским кодексом Республики Беларусь. Все остальные предприятия должны последовательно и достаточно энергично приватизироваться.

Беларусь в настоящее время сохраняет хорошие шансы на выгодную приватизацию большей части государственных предприятий путем их полного или долевого выкупа стратегическими инвесторами по приемлемой цене.

Для привлечения инвестиций в белорусскую экономику требуется создать нормальный инвестиционный климат, который определяется социальными, экономическими, организационными, институциональными и политическими факторами и предпосылками.

С учетом ориентации экономики на повышение нормы накопления, рост конечного потребления должен быть высоким, но несколько ниже темпов роста ВВП. Представляется целесообразным продолжить политику на высокие темпы роста долларового эквивалента заработной платы. Такой экономический курс позволит создать более сильные стимулы к труду, сдерживать отток наиболее квалифицированных кадров за рубеж, способствовать росту объемов совокупного спроса, создать базу для роста валовых сбережений.

Приоритетным направлением экономической политики Беларуси является снижение налоговой нагрузки. Снижение ставок налогов необязательно ведет к снижению налоговых поступлений, о чем говорит опыт России.

Денежно-кредитную политику целесообразно основывать на прямом инфляционном таргетировании. Снижение уровня инфляции должно быть подчинено необходимости максимизации экономического роста, что, требует плавного ее снижения, поскольку резкое ограничение инфляции на основе быстрого перехода к излишне жесткой денежно-кредитной политике чревато стагнацией производства.

Постепенное снижение инфляции позволит достаточно, хотя и сдержанно, поддерживать перспективные производства, имеющие транзитивные трудности, и осуществить структурные изменения преимущественно не путем закрытия предприятий, а на основе их преобразования и развития конкретных производств.

Литература

1. Белорусская экономика: анализ, прогноз, регулирование. Экономический бюллетень. 2003 г. №7,8.

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ТАРИФОВ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ПО ГРУППАМ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ

Е.Г. Шиленко

Научный руководитель – д.э.н., профессор *Л.П. Падалко*
Белорусский национальный технический университет

Основы тарифов на электроэнергию сформировались десятки лет назад в условиях бывшего СССР и в настоящее время нуждаются в пересмотре с учетом региональных особенностей РБ и новой экономической ситуации. Необходимость дифференциации потребителей по группам обусловлена их различием в режиме использования потребляемой мощности и степени удаленности потребителей от генерирующих источников. Смысл существующей ныне группировки состоит в том, чтобы в одну группу объединить всех потребителей, имеющих однородный режим работы и одинаковую удаленность от источников питания в связи с тем, что потребители с различным режимом работы и разной степенью удаленности от источников питания оказывают разное влияние на формирование величины себестоимости производства энергии. Потребители с более неравномерным режимом потребления вызывают более высокий расход топлива на станциях системы. Себестоимость производства электроэнергии для них выше, чем для потребителей с более равномерным режимом, поэтому и тариф должен быть выше. Для более отдаленных потребителей затраты на полезно отпущенную энергию также выше, так как передача электроэнергии к ним приводит к повышенным потерям в электрической сети, которые следует покрывать от генерирующих источников, и дополнительным затратам на передачу. Дифференциация тарифов на электроэнергию по группам потребителей должна базироваться на разнице в режиме потребления энергии и степени удаленности потребителя от генерирующих источников. Существующая дифференциация тарифов в этой связи выглядит не вполне обоснованной, также как и сама дифференциация потребителей на группы.

Должна быть применена укрупненная группировка с выделением в отдельные группы или подгруппы потребителей, составляющих заметный удельный вес в общем электропотреблении.

Исходя из вышеизложенного, можно предложить группировку, которая предполагает многоуровневую классификацию. На первом уровне может быть предложена классификация по номинальному напряжению

1. Высоковольтная система 1 - (220 - 750 кВ).
2. Высоковольтная система 2 - 110 кВ.
3. Высоковольтная система 3 - 35 кВ.
4. Средневольтная система - (6-10 кВ).
5. Низковольтная система - (0,4 кВ).

На втором уровне может быть сохранена существующая группировка, но в укрупненном виде. Внутри каждой из указанных групп могут быть выделены подгруппы. Тарифы по этим подгруппам должны быть дифференцированы в зависимости от того, к какой электрической сети они подключены. Применение двухставочных тарифов отвечает принятой концепции разбиения потребителей на группы, различающихся режимом электропотребления. Учет удаленности может осуществляться введением так называемых коэффициентов удаленности, рассчитанных для каждого уровня напряжения. При необходимости дифференциации тарифов по областям может быть введен территориальный уровень группировки - всего шесть уровней. Тогда в пределах каждого территориального уровня должна рассматриваться вышеприведенная группировка.

Литература

1. Дерзский В.Г., Рачин Н.Э. Формирование тарифов на электроэнергию, дифференцированных по классам напряжения и группам. / Энергетика и электрификация. №2, 1996.
2. Находков В.Ф., Замулко А.И. Дифференцирование тарифов на электроэнергию по уровням питающего напряжения потребителей. / Промышленная энергетика, №9, 1998.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ МЕЖДУ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ОРГАНИЗАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «БЕЛЭНЕРГОРЕМНАЛАДКА»)

В.В. Володкевич

Научный руководитель – к.э.н., доцент, *В.Н. Назорнов*
Белорусский национальный технический университет

Математическая модель линейного программирования для расчета оптимальных значений инвестиций в подразделения имеет следующий вид:

Целевая функция:

$$F(x) = \sum (Pe_i + Am_i) * (Xs_i + Xz_i) * \sum 1/(1+r)^{T_{сл}} \rightarrow \max$$

Где $Pe_i + Am_i$ – эффективность использования капитала i – го подразделения, которая включает в себя Pe_i – рентабельность капитала по чистой прибыли для хозяйственных подразделений (прирост чистой прибыли при увеличении выручки от реализации, определяемый по силе воздействия финансового рычага, - для подразделений управления), Am_i – средняя норма амортизации i – го проекта;

$Xs_i + Xz_i$ – инвестиции в i –е подразделение, которые состоят из затрат, финансируемых из собственных источников (амортизационного фонда и фонда накопления) (Xs_i) и заемных источников (кредита) (Xz_i);

$\sum 1/(1+r)^{T_{сл}}$ – дисконтирующий множитель;

$T_{сл}$ – наибольший срок службы проектов.

При ограничениях:

1) $\sum (Xs_i + Xz_i) = X$ - ограничение по сумме распределяемых средств;

2) $\sum Xs_i = X_s$ - ограничение по сумме собственных средств;

3) $X_{\min} \leq (Xs_i + Xz_i) \leq X_{\max}$ - ограничение по минимально необходимой для развития подразделения (X_{\min}) и максимально возможной для освоения (X_{\max}) величинам инвестиций; при этом $\sum Xs_i \geq X_{\min}$, $\sum (Xs_i + Xz_i) \leq X_{\max}$;

4) $\frac{\sum (Xs_i + Xz_i) * I_i}{\sum (Xs_i + Xz_i)} \leq I_{cp}$ - ограничение по среднему индексу риска проектов.

Практическое применение модели реализовано на примере ОАО «Белэнергоремналадка» по данным 2003г. Средства распределены между 20 подразделениями, в т.ч. по управлению. Ставка дисконта принята равной 12%. Общая сумма распределяемых инвестиций составляет 420000\$, в т.ч. собственных средств – 370000\$. Средний индекс риска не должен превышать 3,5. Плата за привлекаемый кредит равна 15%, кредит возвращается через 1 год (при этом NPV в целом по организации в 1-й год должен быть не отрицательным). Наибольший срок службы проектов составил 13 лет. Расчет проведен с помощью пакета математических программ «Mathcad 2001 Pro».

NPV по всем проектам за 13 лет составил 771 314,5 \$, что на 4,1% выше NPV по запланированному распределению (740 856,2 \$). Средний срок окупаемости проектов по расчету составил 4,6 года, средний индекс риска – 3,24. Для отдельных подразделений срок окупаемости превысил 10 лет, поэтому в них можно направить часть прибыли из остальных подразделений.

Литература

1. Экономико-математические методы и модели/ Под ред. Кузнецова А.В. - Мн., 2000. - 411с.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ

Е.Г. Трофимович

Научный руководитель – к.э.н., доцент *Ф.Б. Марголин*
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

Нерациональное использование энергии в различных сферах экономики является причиной ситуации, когда энергоёмкость валового внутреннего продукта в республике в 2-3 раза выше этого показателя в индустриально развитых странах. Высокие цены на импортируемые энергоресурсы приводят к существенному повышению себестоимости производимой продукции, что снижает ее конкурентоспособность. Ежегодные затраты на энергоресурсы при производстве продукции и оказании услуг в общих затратах по всему национальному хозяйству республики постоянно возрастают и уже превысили 30% ВВП против 5% в 1990г. Отечественная энергетика работает на 85 % на привозном сырье, и в случае ухудшения конъюнктуры на данном рынке может возникнуть проблема энергетической безопасности страны. Поэтому важным направлением повышения эффективности работы предприятий и функционирования экономики страны является энергосбережение.

Одной из объективных причин большой энергоёмкости ВВП является высокий (80-85%) уровень износа основных фондов. При этом необходимо учесть, что изношенные основные фонды являются носителями устаревших технологий, потерей интереса рынка к продукции, произведенной на устаревшей технологической основе, низкой действенностью применяемых механизмов стимулирования эффективного использования ресурсов.

С целью снижения энергоёмкости производимой продукции рекомендуется проводить мероприятия по следующим основным направлениям: внедрение новой техники и технологий в энергетическом хозяйстве, их модернизация и реконструкция, совершенствование техники и технологии в основном производстве для достижения прироста товарной продукции и уменьшения потребления энергоресурсов, мероприятия по совершенствованию нормирования и экономического стимулирования и т.п.

Замена основного оборудования на более энергоэффективное позволит отрасли сэкономить до 10 % топливных ресурсов, а за счет развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (малые ЭС, биоэнергетические установки и др.) может быть обеспечено до 5 % потребности в топливе.

Существует множество преимуществ малых местных электростанций. Во-первых, несмотря на то, что себестоимость производимой ими электроэнергии более высока «на выходе», это компенсируется меньшими потерями при передаче потребителю. Кроме того, генерируемые станциями избыточное тепло может использоваться для обогрева зданий, тогда как тепло от крупных удаленных от потребителя электростанций обычно теряется. Во-вторых, микроэлектростанции представляются вполне чистыми в экологическом плане, так как работают в основном на природном газе, водороде или солнечной энергии. В-третьих, это позволяет обеспечить предприятия бесперебойным снабжением электроэнергией.

В Беларуси, в условиях трансформации экономики, микроэнергетика представляется перспективной альтернативой, так как затраты на строительство или замену энергосистем на сегодняшний день составляют 1000-1500 долл./кВт, при этом нужно учесть, что стоимость таких технологий с каждым годом снижается. Кроме этого микротурбины втрое дешевле в эксплуатации и ремонте сравнимых по мощности дизельных генераторов.

Литература

1. Аносов В.М. Стимулы повышения эффективности использования энергоресурсов в переходной экономике. // Экономика. Финансы. Управление. 2003.-№3.-С. 15-22.
2. Начало эры микроэнергетики // БИКИ. 2000.-№100.-С.10-11.
3. Никитенко П.Г. Прогнозирование научно-технического развития в Беларуси: Учеб.-метод. пособие. – Мн.: НООО “БИП-С”. 2002. – С. 66.

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ БЕЛАРУСИ

А.В. Буланов

Научный руководитель – к.э.н., профессор *Г.А. Кандаурова*
Белорусский государственный экономический университет

Необходимыми условиями достижения энергетической безопасности и независимости государства являются не только наличие резерва электрических и тепловых мощностей, запасов топлива и т. д., но и соблюдение некоторых критериев. Первый – если энергетика страны основана на импорте топлива, то закупки не должны осуществляться в одной стране. Второй критерий – доля каждого вида топлива имеет свою предельную величину, энергетика не должна развиваться только на одном виде топлива.

Тот факт, что энергосистема республики не соответствует критериям энергетической безопасности (в топливном балансе страны доля российского газа составляет 80% при предельной в 30%), заставляет правительство искать пути снижения зависимости от импорта ресурсов.

С целью обеспечения энергетической безопасности страны активно обсуждается идея строительства АЭС. Однако реализация этой программы, на наш взгляд, не решит проблемы энергобезопасности. Согласно данным Института проблем энергетики НАН РБ, капитальные вложения на строительство АЭС мощностью 2560 МВт из четырех блоков по 640 МВт составят 4 763,3 млн. долл. США. Общий срок строительства АЭС – 19 лет, средние вложения – 250 млн. долл. США в год. АЭС будет обеспечивать $\approx 30\%$ энергопотребления республики. Годовые потребности станции в природном уране составят 380 – 400 т. Ежегодное производство отработанного ядерного топлива, подлежащего переработке и захоронению, будет составлять десятки тонн.

Главная проблема – значительное превышение мировых потребностей в природном уране над его производством. Уже с 1991 года и по сегодняшний день этот дефицит (23 – 27 тыс. т. при мировых потребностях в 65 тыс. т. природного урана ежегодно) компенсируется за счет добытых в предыдущие десятилетия (вторичных) запасов, которые полностью будут исчерпаны к 2025 году. По данным МАГАТЭ, по мере исчерпания недорогих запасов, в производство будут втягиваться все более дорогие и забалансовые запасы. При среднем темпе развития атомной энергетики балансовые месторождения с запасами по цене 40-52 долл. США/кг начнут разрабатываться уже в 2010г, месторождения с запасами ценою в 52-78 долл. США/кг – с 2020 г. и по цене 78-130 долл. США/кг с 2025г.[2] Беларусь, несомненно, владеет вторичными запасами природного урана, но на сколько лет работы АЭС его хватит – на сегодняшний день это абсолютно секретная информация. Таким образом, перспективы строительства АЭС в Беларуси представляются весьма сомнительными.

Реальной альтернативой российскому газу на ближайшее десятилетие может стать уголь. Электростанции на угле смогут конкурировать с электростанциями на газе при соотношении цен (в условном топливе) газ-энергетический уголь на уровне 1,6(2,0):1.[1]. Предполагается, что такой уровень цен для Беларуси установится в 2006 г. Использование угля будет способствовать укреплению энергетической безопасности. Закупка энергетического угля будет осуществляться на основе выбора оптимального из альтернативных вариантов поставок из России, Украины, Польши. К тому же уголь позволит снизить долю газа в структуре потребления топливно-энергетических ресурсов.

Предлагается на ближайшее время разработать государственную программу развития угольно-энергетического комплекса на базе современных научно-технических достижений в области транспортировки и экологически чистых угольных технологий сжигания твердого топлива.

Литература

1. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года
2. www.geoinform.ru/mrr.files/issues/articles/tarx4-01.html

НОРМИРОВАНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

И.Н. Мойсейченко

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.П. Керного, Е.В. Ячная*
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время разработано достаточное количество отраслевых методик, содержащих основные положения по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии на единицу произведенной продукции (работы). Разумеется, что под нормированием топливно-энергетических ресурсов необходимо понимать не только разработку соответствующих норм и их утверждение, но систематический контроль за выполнением и их дальнейшей прогрессивной направленностью по мере внедрения организационно-технических мероприятий, новых технологических процессов, достижений научно-технического прогресса и т.д.

Нормы расхода тепловой и электрической энергии призваны получение определенной экономии топлива и относительно удельных фактически достигнутых расходов за предшествующие промежутки времени.

Одному из авторов пришлось в недалеком прошлом работать в составе экспертной комиссии БелТЭИ по рассмотрению представляемых нормативов потребления топлива, тепловой и электрической энергии. Надо отметить, что в большинстве случаев нормы на годовой плановый период с разбивкой по кварталам разрабатывались в энергохозяйствах расчетно-статистическим, а не методом, как это требуется. Положением о нормировании расхода топлива, тепловой к электрической энергии в народном хозяйстве республики Беларусь. Также возникали проблемы с выбором единиц продукции, к которым необходимо относить расходы соответствующих энергоресурсов при установлении норм. Наблюдалась тенденция на предприятиях, выпускающих продукцию широкой номенклатуры, идти наиболее простым путем и выбирать в качестве ее измерителя стоимостные измерители, что особенно при современных инфляционных процессах в экономике приводит к грубым погрешностям и не дает возможности проведения достоверного анализа состояния нормирования энергопотребления.

Сложным явилось и выявление функциональных зависимостей (как правило, нелинейных) между плановыми значениями норм в объемами производства продукции, которые в настоящее время являются трудно прогнозируемыми. В получении таких зависимостей с использованием математических методов и ПК для различных видов производств могли бы оказать помощь работники как учебных, так и научно-исследовательских организаций.

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ИСТОЧНИКОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Е.В. Лукашик

Научный руководитель – к.э.н. *Т.Ф. Манцерова*
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время одной из важнейших проблем промышленных предприятий Республики Беларусь является формирование инвестиционного потенциала для расширения и модернизации производственных мощностей. Необходимость обновления и модернизации основных фондов подтверждается и статистическими данными о размерах износа производственного оборудования. Это является одной из причин выпуска низкокачественной продукции, повышения издержек производства, снижения производительности труда. В связи с чем выпускаемые товары не могут конкурировать с зарубежными аналогами.

Выходом в данной ситуации может стать поиск надежных источников финансирования инвестиционных проектов для обновления основных фондов, а также пополнения оборотных средств, что в свою очередь, позволит создавать высокоэффективные и конкурентоспособные производства.

С развитием рыночных отношений появилось множество новых способов для финансирования инвестиционных проектов и расширились возможности по привлечению средств. К ним можно отнести государственные средства, эмиссию акций, облигаций, векселей, применение метода ускоренной амортизации, банковский кредит. Однако не все источники широко используемые компаниями в странах с развитой рыночной экономикой являются доступными для наших предприятий. Чаще всего это происходит вследствие высокой стоимости привлечения средств или наличия инвестиционных ограничений. В этих условиях предприятия сталкиваются с необходимостью анализа целого ряда источников финансирования, прежде чем будет принято решения о приемлемости одного из них или их комбинации при финансировании инвестиционного проекта. При этом важным моментом является анализ особенностей каждого источника, ограничений, которые имеют место при использовании того или иного способа финансирования, а также стоимости инвестиционных ресурсов.

Классификацию способов финансирования можно предложить по следующим признакам: 1) по организационно-правовой форме предприятия; 2) по отношению права собственности на источники финансирования; 3) по отношению к реализуемой продукции. Такая классификация включает в себя широкий перечень потенциальных источников финансирования. Оптимизация этих источников может производиться по различным критериям, основными из которых являются показатели «время» и «цена». Целью оптимизации является выбор одного или нескольких источников по критериям с учетом инвестиционных ограничений.

Процедура оптимизации включает следующие этапы: 1) анализ и оценка инвестиционных ограничений; 2) расчет стоимости инвестиционных ресурсов для каждого источника; 3) расчет совокупной стоимости используемого капитала; 4) выбор оптимального способа финансирования.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ ПОЛИТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Е.В. Лукашик

Научный руководитель – к.э.н. *Т.Ф. Манцерава*

Белорусский национальный технический университет

Главное внимание финансовая стратегия концентрирует на движении денежных средств, опосредующих хозяйственную деятельность предприятия, выборе форм, методов аккумуляции капитала и его эффективном использовании для достижения позитивных конечных финансовых результатов с наименьшими затратами.

Тактика финансового менеджмента представляет собой определенную совокупность действий, базирующихся на общих правилах регулирования финансовой деятельности субъекта, отличающихся спецификой конкретного периода, подходами и методами их решения.

К одним из главных объектов организации управления финансовой деятельностью предприятия можно отнести: 1) функционирование первичного капитала, оптимизацию его объема и структуры; 2) увеличение текущего капитала, т.е. аккумуляция денежных поступлений от разных видов деятельности, привлечение заемных средств.

Существуют различные методы привлечения средств инвесторов для организации или расширения деятельности предприятия. Для финансирования своей деятельности предприятие может использовать три основных источника средств: 1) результаты собственной финансово-хозяйственной деятельности (реинвестирование прибыли); 2) увеличение уставного капитала (дополнительная эмиссия акций); 3) привлечение средств сторонних физических и юридических лиц (выпуск облигаций, получение банковских ссуд и т.п.).

Возможны различные комбинации использования вышеуказанных источников средств. Так, если предприятие ориентируется на собственные ресурсы, то основной удельный вес в дополнительных источниках средств будет приходиться на реинвестированную прибыль, а соотношение между источниками будет изменяться в сторону уменьшения средств, привлекаемых со стороны. Таким образом, возникает необходимость формирования рациональной структуры финансирования деятельности предприятия.

В экономически развитых странах все большее распространение получает использование формализованных моделей управления финансами. Степень формализации находится в прямой зависимости от размеров предприятия. Исходным элементом моделирования является построение прогнозной бухгалтерской отчетности. Для этого применяются обычно два основных приема: 1) прогнозирование отдельных статей отчетности исходя из динамики какого-либо одного показателя, наиболее полно характеризующего деятельность предприятия; 2) прогнозирование отдельных статей отчетности исходя из индивидуальной их динамики и взаимосвязей между ними. При условии реформирования системы учета и перехода на международные стандарты финансовой отчетности возможно использование финансового моделирования на предприятиях Республики Беларусь.

ОБ ОЦЕНКЕ ОСТАТОЧНОЙ СТОИМОСТИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ

И.А. Лизунов

Научный руководитель – к.э.н., доцент *А.И. Лимонов*
Белорусский национальный технический университет

При оценке эффективности комплексных мероприятий в энергетике расчетный период (τ) может оказаться меньше срока службы (T) основных фондов (ОФ). Если в дальнейшем ОФ продолжают эффективно функционировать, то возникает задача правильной оценки их остаточной стоимости (Φ_0) к моменту времени τ . Учитывая, что помимо амортизационных отчислений, которые могут меняться по годам расчетного периода, ОФ должны функционировать в течение периода ($T - \tau$) с минимальной эффективностью — E , их остаточную стоимость можно определить по формуле:

$$\Phi_0 = (\Phi_* - \Phi_\cdot) \cdot \sum_{\omega=\tau+1}^T \frac{\dot{I} + \alpha_\omega}{(1 + \dot{I})^{\omega-\tau}} + \Phi_\cdot$$

где Φ_* , Φ_\cdot – соответственно первоначальная и ликвидная стоимости ОФ; α_ω – норма амортизационных отчислений в год ω ; E — норма дисконта.

Примем, что норма амортизационных отчислений постоянна по годам расчетного периода и рассчитана с учетом фактора времени исходя из условия:

$$\alpha \sum_{\omega=1}^T (1 + \dot{I})^{T-\omega} = 1$$

В результате:

$$\alpha = \frac{\dot{I}}{(1 + \dot{I})^T - 1}$$

Тогда остаточную стоимость ОФ в год τ можно представить в виде:

$$\Phi_0 = (\Phi_* - \Phi_\cdot) \cdot \frac{(1 + \dot{I})^T - (1 + \dot{I})^\tau}{(1 + \dot{I})^T - 1} + \Phi_\cdot = (\Phi_* - \Phi_\cdot) \cdot \frac{\dot{I} + \alpha}{\dot{I} + \alpha'} + \Phi_\cdot$$

где α' – норма амортизационных отчислений, рассчитанная с учетом фактора времени и соответствующая сроку службы ($T - \tau$).

Приборостроение

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА ВЕЛИЧИНУ СИЛ ТРЕНИЯ, ДЕЙСТВУЮЩИХ В ЗОНЕ ОБРАБОТКИ, ПРИ ДВУХСТОРОННЕМ ШАРЖИРОВАНИИ РАСПИЛОВОЧНЫХ ДИСКОВ

О.В. Балашова

Научный руководитель — д.т.н., профессор *М.Г. Киселев*
Белорусский национальный технический университет

В данной работе рассматриваются вопросы взаимодействия деформирующего элемента (инструмента) с боковыми поверхностями распиловочного диска при их шаржировании с ультразвуком. На основе критического анализа предшествующих исследований отмечается, что в недостаточной степени остались изученными вопросы, касающиеся влияния ультразвуковых колебаний на величину сил трения, действующих в зоне обработки в процессе двухстороннего шаржирования распиловочных дисков.

Исходя из особенностей контактного взаимодействия инструмента с обрабатываемой поверхностью в виброударном режиме работы акустической колебательной системы, представлен механизм снижения сил трения, действующих в зоне шаржирования. Он заключается в том, что силы трения действуют только часть времени, соответствующей продолжительности контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью, т.е., когда все звенья акустической системы остаются замкнутыми. В оставшуюся часть, когда контакт инструмента с боковой поверхностью диска отсутствует, они равны нулю. В результате среднее значение сил трения за фиксированный промежуток времени оказывается меньше, чем при шаржировании без ультразвука.

Подчеркивается, что именно благодаря снижению сил трения, действующих в зоне обработки, удалось реализовать двустороннюю схему одновременного шаржирования боковых поверхностей распиловочных дисков. В обычных условиях шаржирования этого сделать не представляется возможным, так как значительные силы трения, возникающие в зоне обработки, вызывают коробление и смятие весьма нежесткого распиловочного диска.

Из проведенного анализа виброударного режима работы акустической колебательной системы установлено, степень снижения сил трения, в первую очередь, определяется соотношением времени контакта и времени отрыва инструмента от поверхности заготовки и чем оно меньше, тем выше степень снижения сил трения под действием ультразвука. В свою очередь это отношение определяется как акустическими, так и технологическими параметрами процесса шаржирования. Проведена качественная оценка степени влияния указанных параметров на снижение сил трения в зоне обработки.

На основе полученных результатов сделано предложение по усовершенствованию схемы двустороннего шаржирования распиловочных дисков с ультразвуком. В существующей схеме вращение диску в процессе шаржирования сообщается от отдельного привода (электродвигателя), т.е. оно является принудительным и строго фиксированным. Предлагается отказаться от этого привода, установить распиловочный диск на опоры с малым трением, а его вращение осуществлять только за счет синхронного вращения ультразвуковых преобразователей с установленными инструментами, т.е. за счет фрикционной передачи, причем передаточное отношение которой определяется режимом работы самой акустической системы. Такое решение в принципе позволяет реализовать условие самоорганизации процесса шаржирования. Проведенные предварительные эксперименты подтвердили целесообразность и возможность практической реализации предложенной схемы шаржирования распиловочных дисков.

Литература

1. Епифанов В. И., Песина А. Я., Зыков Л. В. Технология обработки алмазов в бриллианты. М.: Высш. шк., 1987. 335с.
2. Киселев М. Г., Минченя В. Т., Ибрагимов В. А. Ультразвук в поверхностной обработке материалов. Мн.: Тесей. 2001. 344с.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВА ШАРЖИРОВАНИЯ РАСПИЛОВОЧНЫХ ДИСКОВ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА

М.Л. Язенова

Научный руководитель — д.т.н., профессор *М.Г. Киселев*
Белорусский национальный технический университет

В работе приводятся основные сведения о распиловочных дисках, предъявляемых к ним требованиях и основных этапах их изготовления. При этом показано, что ведущая роль в обеспечении высоких эксплуатационных показателей распиловочных дисков принадлежит этапу формирования на их боковых поверхностях алмазонасного слоя.

На основе критического анализа существующих способов формирования такого слоя доказывается целесообразность совершенствования именно способа механического шаржирования зерен алмазных микропорошков в материал диска. Исходя из анализа условий, необходимых для качественного протекания процесса шаржирования, обосновывается эффективность применения с этой целью ультразвуковых колебаний.

Приводятся данные по выбору оптимальной акустической системы для шаржирования распиловочных дисков. Обосновывается необходимость применения акустических колебательных систем разомкнутого типа, при ультразвуковом возбуждении которых реализуется виброударный режим взаимодействия инструмента с обрабатываемой поверхностью. Именно благодаря этому реализуются условия, при которых обеспечивается с одной стороны надежное попадание зерен микропорошков в зону обработки, а с другой их последующее внедрение и закрепление в материале подложки происходит в режиме высокочастотного динамического нагружения.

Дается описание экспериментальной установки для двустороннего шаржирования распиловочных дисков с ультразвуком, а также приводятся основные сведения о методике проводимых исследований. Для определения оптимальных режимов шаржирования на данной установке были выполнены серии экспериментов, в ходе которых варьировались следующие параметры: статическое усилие $P_{ст}$ от 10 до 50Н; амплитуда ультразвуковых колебаний A_0 от 2 до 6 мкм; частота вращения ультразвуковых преобразователей $n_{кр}$ от 100 до 300 об/мин; частота вращения распиловочного диска n_d от 2,5 до 40 об/мин; продолжительность шаржирования от 30 с до 3 мин. Шаржированию подвергались бронзовые распиловочные диски толщиной 0,05; 0,06 и 0,07мм; использовался алмазный микропорошок АСМ 20/14 и касторовое масло в отношении 1:3. При этом качество шаржирования оценивалось в лабораторных условиях по абразивной способности обработанных поверхностей распиловочных дисков.

На основании анализа полученных результатов определены оптимальные режимы ультразвукового двустороннего шаржирования распиловочных дисков.

В заключении приводятся результаты сравнительных испытаний по распиливанию кристаллов алмаза дисками, шаржированными с ультразвуком, с дисками, шаржированными по традиционной технологии. Они подтвердили высокую эффективность применения ультразвука с целью повышения качества шаржирования распиловочных дисков, которые по всем показателям превосходят диски шаржированные традиционным способом.

Литература

1. Епифанов В. И., Песина А. Я., Зыков Л. В. Технология обработки алмазов в бриллианты. М.: Высш. шк., 1987. 335с.
2. Киселев М. Г., Минченя В. Т., Ибрагимов В. А. Ультразвук в поверхностной обработке материалов. Мн.: Тесей. 2001. 344с.

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ЖИДКИХ СРЕД

С.А. Жданович

Научный руководитель – к.т.н. *В.М. Бондарик*

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Сегодня ультразвук с успехом применяется в ряде областей техники и медицины для различных целей: контроля состояния объекта исследований, ускорения протекания реакции, придания специфических свойств реакции [1, 2]. Акустические колебания проникают в тела, позволяя работать не только на поверхности, но и в объеме тела. Воздействие упругих волн ультразвукового (УЗ) и акустического диапазонов на различные объекты вызывает ряд физических эффектов: увеличение температуры, силовое воздействие, ускорение перемешивания растворов и другие, которые могут быть использованы при организации контроля за свойствами жидких сред без влияния на протекание реакции [3, 4].

При прохождении сквозь среду УЗ колебаний происходит рассеяние и поглощение энергии. При известных параметрах излученного сигнала по величине принятого импульса можно судить о плотности и фазовом состоянии материала в конкретной точке объема в текущий момент времени.

При воздействии на жидкости УЗ колебаниями мощностью 1-2 Вт/см² и выше в них за счет кавитации ускоряются на несколько порядков процессы, протекающие между двумя или несколькими неоднородными средами, вплоть до разрушения компонентов растворов, поэтому при создании устройств контроля необходимо использовать УЗ импульсы мощностью 0,1-0,2 Вт/см².

Разработано устройство для контроля фазового состояния жидких сред, состоящее из генератора тактовых импульсов, УЗ генератора, таймера реального времени, схемы сравнения, запоминающего устройства (ЗУ), блока индикации, коммутатора, усилителя мощности (УМ), излучателя, приёмника и блока управления работой всего устройства (БУ). Принцип работы основан на приёме пройденных сквозь среду импульсов и сравнения интенсивности излучённого и принятого сигнала.

В первоначальный момент импульс через коммутатор и УМ поступает на излучатель. После прохождения через исследуемую среду УЗ сигнал улавливается приемником и поступает на ЗУ. Одновременно запускается таймер. Следующие принятые импульсы сравниваются с первоначальным. При изменении состояния среды это отразится на ее акустической плотности, что, в свою очередь, будет зафиксировано данным прибором. На блоке индикации отображается время от начала мониторинга до момента изменения состояния среды.

Разработанное устройство обеспечивает автоматическое измерение параметров жидких сред в контролируемом объеме с последующим отображением полученных результатов в удобном для обработки виде.

Литература

1. Физические основы ультразвуковой технологии. В кн: Физика и техника мощного ультразвука, кн. 3, - М.: Наука, 1970.
2. Улащик В.С., Чиркин А.А. Ультразвуковая терапия. - Мн.: Беларусь, 1983.
3. Применение ультразвука в медицине: Физические основы: Пер. с англ./Под ред. К. Хилла-М.: Мир, 1989.
4. Ланин В.Л. Пайка электронных сборок. - Мн.: НИЭИ Мин. Эконом., 1999.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАСПИЛОВКИ КРИСТАЛЛОВ АЛМАЗА И ДРУГИХ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ВИБРОУДАРНОГО РЕЖИМА ОБРАБОТКИ

А.С. Словеснов

Научный руководитель – д.т.н., профессор *М.Г. Киселев*
Белорусский национальный технический университет

В работе приводятся краткие сведения об операции механического распиливания монокристаллов алмаза, дается описание применяемого оборудования, инструмента и оснастки, а также отмечаются требования, предъявляемые к выполнению этой технологической операции.

На основе критического анализа литературных данных по вопросу совершенствования технологии и оборудования для распиливания кристаллов алмаза показано, что способ механического распиливания, благодаря своей простоте, универсальности и удовлетворительности показателей, остается как на сегодняшний день, так и в обозримом будущем основным в алмазообработке.

Исходя из механической теории изнашивания алмаза в процессе его распиливания, в качестве рабочей гипотезы обосновано положение о том, что с целью интенсификации хрупкого разрушения алмаза целесообразно при распиливании реализовать виброударный режим обработки, т.е. режим, при котором взаимодействие алмаза с торцевой поверхностью распиловочного диска происходит в условиях их периодического соударения.

Особое внимание в работе уделено обоснованию выбору вибропривода. Принимая во внимание требования к простоте, надежности, удобству к эксплуатации, возможности его установки на распиловочной секции без существенного изменения ее конструкции, а также требования к уровню шума, в качестве вибропривода в работе предлагается использовать микродвигатель постоянного тока с неуравновешенной массой на валу. Электродвигатель жестко закрепляется на подпружиненном, консольно установленном рычаге, на свободном конце которого закреплены оправки с обрабатываемым кристаллом. При вращении вала электродвигателя возникают вынужденные колебания рычага, а, соответственно, и обрабатываемого алмаза, направленные перпендикулярно торцевой (режущей) поверхности распиловочного диска, в результате чего реализуется виброударный режим обработки.

Приводится описание экспериментальной установки и методики проведения исследований по оценке влияния виброударного режима обработки на основные показатели процесса механического распиливания твердых и сверхтвердых кристаллических материалов.

На основании анализа полученных экспериментальных данных установлено, что реализация виброударного режима обработки, по сравнению с традиционной обработкой, позволяет существенно интенсифицировать процесс механического распиливания хрупких твердых и сверхтвердых материалов, включая монокристаллы алмаза, и одновременно повысить качество площадок распиленных полуфабрикатов. Последнее обстоятельство имеет весьма важное значение в алмазообработке, так как повышает выход годного сырья за счет устранения последующей операции – подшлифовки площадок распиленных полуфабрикатов.

Литература

1. Епифанов В. И., Песина А. Я., Зыков Л. В. Технология обработки алмазов в бриллианты. М.: Высш. шк., 1987. 335с.
2. Киселев М. Г., Минченя В. Т., Ибрагимов В. А. Ультразвук в поверхностной обработке материалов. Мн.: Тесей. 2001. 344с.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РАЗМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ СВОБОДНЫМИ ЗЕРНАМИ АБРАЗИВА

Д.А. Степаненко

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Н.Т. Минченя*
Белорусский национальный технический университет

Размерная обработка свободными зернами абразива применяется для изготовления оптических деталей, пресс-форм, матриц вырубных и вытяжных штампов, волоочильных фильер, каменных опор, изделий из керамики, ферритов и драгоценных камней. Ее широкое применение обусловлено невозможностью использования для изготовления деталей из хрупких материалов обработки резанием. В основу обработки положено явление выкалывания частиц обрабатываемого материала зернами абразива под действием ультразвуковых колебаний [1]. Устройства для обработки свободными зернами абразива содержат ультразвуковой генератор, акустическую колебательную систему, инструмент и систему подачи абразивной суспензии. Инструмент может выполняться стержневым или трубчатой формы и крепится к концентратору колебательной системы посредством резьбового хвостовика, шпильки или накидной гайки. Стержневые инструменты применяют для обработки глухих и сквозных отверстий диаметром менее 20 мм, а инструменты трубчатой формы – сквозных отверстий диаметром более 20 мм и вырубки заготовок. Поперечное сечение отверстий и заготовок может иметь любую форму в зависимости от формы поперечного сечения инструмента. Для получения осесимметричных отверстий и заготовок инструменту или заготовке может дополнительно придаваться вращательное движение. Ультразвуковой метод также применяется для получения отверстий с заданной формой продольного сечения (обработка отверстий волоочильных фильер, каменных опор и матриц вытяжных штампов). Недостатками описанных устройств являются затрудненные условия доступа суспензии в зону обработки и ее регенерации и неравномерное давление инструмента на зерна абразива, связанное с непараллельностью его торца поверхности заготовки. Условия доступа и регенерации суспензии улучшаются при применении стержневых инструментов с пазами на боковой и торцевой поверхностях и трубчатых инструментов со сквозными пазами в стенках [2]. Однако, применение таких инструментов возможно лишь для схем обработки, включающих вращательное движение инструмента или заготовки.

Указанные недостатки устраняются в предложенной конструкции устройства для размерной обработки свободными зернами абразива, которое дополнительно содержит сферический ударный элемент, размещенный между торцем концентратора и рабочим инструментом. Инструмент установлен с возможностью осевого перемещения в стакане, связанном с корпусом колебательной системы. Трубчатый инструмент для передачи удара снабжается круглой пластиной, которая припаивается к его рабочей части. Выпадение инструмента из стакана предотвращается пружиной сжатия, которая одним концом взаимодействует с инструментом, а другим – с мембраной, закрепленной на торце стакана и имеющей центральное отверстие, форма и размеры которого соответствуют форме и размерам поперечного сечения инструмента. Инструмент устанавливается с радиальным зазором по отношению ко всем смежным элементам, что обеспечивает возможность его самоустановки под действием статического усилия, приложенного к корпусу колебательной системы. Самоустановка инструмента обеспечивает равномерное распределение давления на зерна абразива. Наличие в конструкции устройства промежуточного ударного элемента позволяет получить значительные амплитуды колебаний инструмента за счет нелинейного эффекта затягивания колебаний по амплитуде, что приводит к появлению в процессе работы устройства значительных зазоров между торцем инструмента и поверхностью заготовки и способствует свободному доступу абразивной суспензии в зону обработки и ее регенерации.

Литература

1. Ультразвук. Маленькая энциклопедия, под ред. И.П. Голяминой, М., Советская энциклопедия, 1979, стр. 213.
2. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки, под ред. В.А. Волосатова, Л., Машиностроение, 1988, стр. 618.

УСТАНОВКА ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ И ПОЛИРОВАНИЯ ШАРИКОВ ИЗ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Е.Г. Терентьева

Научный руководитель — к.т.н., доцент *К.Г. Щетникович*
Белорусский национальный технический университет

Завершающими операциями обработки шариков являются тонкое шлифование и полирование, которые обеспечивают правильность геометрической формы и качество поверхности. Получение высоких точностных параметров изделий достигается их шлифованием на станках между соосно установленным инструментом [1, 2]. Однако недостатком таких станков является малое количество шариков в рабочей зоне, так как обработка ведется только на одной кольцевой дорожке.

Предлагаемая нами конструкция установки позволяет вести обработку шариков одновременно на двух дорожках. Установка создана на базе полировально-доводочного станка мод. 2ПД-200М. Привод нижнего шпинделя станка оставлен без изменений. Вместо узла привода верхнего диска на столе станка установлен сварной угольник с верхним шпинделем, ось которого совпадает с осью нижнего. Вращение верхнему шпинделю сообщается от электродвигателя постоянного тока. Электродвигатель имеет плавное регулирование частоты вращения. Обработываемые шарики размещаются между нижним плоским диском, неподвижным внутренним диском, приводным верхним диском и охватывающим его неподвижным кольцом. Особенностью установки является конструкция верхнего приводного диска, имеющего фаски на внутренней и наружной цилиндрических поверхностях, и поднутрение, в котором размещен внутренний диск. На рабочих поверхностях кольца и внутреннего диска имеются кольцевые проточки прямоугольного сечения для размещения шариков. Для разделения заготовок в процессе обработки между верхним и нижним диском устанавливается двухрядный дисковый сепаратор.

Верхний шпиндель и электродвигатель крепятся на каретке, которая перемещается по направляющим качения. Внутри полого верхнего шпинделя установлена ось, на которой закреплен неподвижный диск. Верхний конец оси фиксируется от вращения посредством кронштейна, закрепленного на каретке.

Во время обработки шарики находятся в контакте с конической фаской верхнего диска, плоской поверхностью нижнего диска и кольцевой проточкой прямоугольного сечения внутреннего диска или кольца. Контакт заготовок с четырьмя рабочими поверхностями, движущимися с различными скоростями, обеспечивает постоянное изменение положения мгновенной оси вращения и высокое проскальзывание относительно инструмента. Кроме того появляется возможность отдельного регулирования усилия прижима неподвижного диска и кольца, что позволяет выровнять скорость съема припуска с шариков, размещенных на разных дорожках. Нижний диск имеет буртик на периферии, который препятствует выбросу суспензии из зоны обработки. В процессе обработки скорость вращения верхнего диска устанавливается значительно большей, чем нижнего, что способствует лучшему удержанию абразивной суспензии на кольцевых дорожках. На данной установке были обработаны заготовки из яшмы диаметром 10 мм, отклонения от сферической формы не превышали 0,03 мм, разноразмерность находилась в пределах от 0,06 до 0,08 мм.

Установка позволяет также полировать шарики. В этом случае инструмент изготавливается из текстолита, пенополиуретана или имеет покрытие из кожи. В зону обработки подается полирующая суспензия.

Литература

1. Пат. 1444 Беларусь, МКИ В24В11/02. Способ обработки шариков/К.Г. Щетникович, – № 525. Заявл. 19.07.93. Оpubл. 16.12.96 // Официальный бюллетень. – 1996. – № 4 (ч. 1). – С. 46.
2. Пат. 3984945 США, МКИ В24В 11/06. Устройство для доводки шариков / Клаус Мессершмидт. – № 2202098. Заявл. 18.01.72. Оpubл. 12.10.76 // Изобретения за рубежом. – 1997. – №4. – С. 29.

ГЕЛИОСТАТНО-СВЕТОВОДНАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ

Ю.А. Олешкевич

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Е.Г. Зайцева*
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время одной из проблем строящегося жилья является его энергоэффективность. Действующие на сегодняшний день в республике нормативы энергопотребления для жилых зданий устанавливают удельные нормативы на квадратный метр эксплуатируемой жилой площади. Необходимо стремиться к уменьшению энергопотребления, используя альтернативные источники энергии, например, действие солнечных лучей, повышать уровень освещенности в затененных или заставленных комнатах.

Необходимость естественного освещения мотивируется очень многими доводами, основным из которых является фактор наибольшей физиологической ценности такого освещения. Немаловажно и то, что эти системы освещения позволяют реализовать задачу энергосбережения при освещении. Третий решающий довод основывается на генетической обусловленности для человеческого организма естественного освещения.

Использование осветительных устройств со целевыми световодами обеспечивает:

- создание осветительных установок с высокой равномерностью распределения освещенности при отсутствии слепящего действия;
- полную взрыво-, пожаро- и электробезопасность осветительных установок;
- резкое сокращение числа применяемых источников света (в 5-10 раз) и, следовательно, затрат на монтаж и эксплуатацию осветительных установок;
- значительное сокращение питающих электрических сетей;
- энергосбережение в осветительных установках.

Создание оптических систем солнечного освещения, которые бывают двух видов.

Активная система солнечного освещения предполагает наличие некоего устройства (концентратора), следящего за Солнцем в процессе его перемещения по небосводу. Эти системы дороги, потому что устройства типа гелиостатов сами по себе требуют и энергоснабжения, и достаточно сложных систем слежения.

Пассивная же система в слежении за Солнцем не нуждается. Оказывается, что в целом ряде случаев именно такие системы вполне оправдывают себя. Существенно выигрывая в теплосбережении, мы, строя ширококорпусные дома, вынуждены для освещения внутренних помещений этих домов даже в дневное время использовать искусственные источники света.

Однако возможен и другой путь. Эти внутренние помещения могут быть оборудованы устройствами шахтного или световодного типа, когда небольшой коллектор диаметром 20-60 см, смонтированный на крыше, может обеспечить поступление светового потока и перераспределение его по помещениям (а в самых благоприятных случаях - и по рабочим местам).

Использование световодной системы, совмещенной с блоком искусственного источника света, который может устанавливаться либо сверху у люка, либо снизу (оба варианта сегодня уже отработаны в мировой практике), позволяет удвоить радиус освещения (освещение по осуществленным на Западе реальным проектам охватывает 5 этажей (скажем, 4-этажный особняк плюс подвал).

Примером может служить применение световодов в машиностроении. Так, при использовании осветительных устройств с полыми световодами и металлогалогенной лампой 1000 Вт для обеспечения освещения сборочных конвейеров вместо светильников с люминесцентными лампами достигается снижение:

числа установленных ламп в 25 раз и светильников - в 13 раз; ежегодного расхода электроэнергии - на 17%; числа заменяемых ламп за 10 лет работы - в 20 раз; стоимость работ по замене ламп за тот же срок - в 10 раз; общей стоимости эксплуатации установки на 13%.

МЕТОДИКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ДЕПИЛЯЦИИ С НАЛОЖЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

Т.П. Павич

Научный руководитель – д.т.н., профессор *М.Г. Киселев*
Белорусский национальный технический университет

В работе проведен анализ существующих методов депиляции как временных (бритье волос, абразивный способ, обесцвечивание волос, выщипывание волос, удаление волос при помощи восков и пластырей, удаление волос с помощью электродепилятора, удаление волос с помощью химических депиляторов), так и кардинальных (электроэпиляция, удаление волос при помощи лазера).

Методы временной депиляции достаточно трудоемки, болезненны, являются травматичными для кожи, некоторые из методов, например химическая депиляция, абразивный способ, противопоказаны для чувствительной кожи.

Радикальная депиляция – процедура дорогостоящая, выполняемая только в косметологических кабинетах или клиниках.

На основании механизма воздействия ультразвука на процесс обработки материалов, показана возможность применения ультразвука для депиляции. Применение ультразвука основано на принципе воздействия на объект (модель «волоса») специального инструмента, которому сообщены ультразвуковые колебания.

Дается описание установки, позволяющей моделировать процесс ультразвуковой депиляции, при использовании ультразвуковых колебаний в различных направлениях.

Данная установка предназначена для проведения экспериментов при моделировании процесса ультразвуковой депиляции (для измерения усилия, с которым происходит извлечение "волоса", а также параметров очагов разрушения на модельных образцах).

Актуальность разработки такого макета связана с необходимостью изучения эффектов, возникающих при наложении ультразвуковых колебаний при депиляции. Применение ультразвука снижает усилие отрыва волос, а также болевые ощущения, возникающие в процессе депиляции.

Приведены результаты предварительных испытаний, которые позволяют судить о целесообразности и эффективности применения ультразвука для депиляции.

Литература

1. Мир медицины. – №4, 2000.
2. Улащик В.С., Чиркин А.А. Ультразвуковая терапия. – Мн.: Медицина, 1983. - 270с.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА И УСТРОЙСТВА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НЕСЪЕМНЫХ ЗУБОЧЕЛЮСТНЫХ ПРОТЕЗОВ

Д.А. Степаненко

Научный руководитель – д.т.н., профессор *М.Г. Киселев*
Белорусский национальный технический университет

Несъемные зубочелюстные протезы (коронки и мосты) подлежат удалению по ряду причин: износ протеза, заболевание зуба под коронкой, обострение гингивита, заболевания височно-нижнечелюстного сустава. Известные способы их удаления основаны на разрушении слоя материала, посредством которого протез связан с культей зуба. Разрушение может осуществляться без повреждения протеза или дополнительно сопровождаться разрезанием коронки или выполнением в ней отверстия. Способы, не связанные с деформацией протеза, могут быть основаны на ударном или колебательном воздействии на протез и на его нагревании. Способы, основанные на ударном воздействии, обладают высокой травматичностью, так как под действием усилия, прикладываемого вдоль оси зуба, может происходить разрыв тканевых структур, удерживающих зуб в костном ложе. Кроме того, при удалении мостов последовательное

разрушение связи между опорными коронками моста и зубами, на которых они установлены, может приводить к перекосу протеза и травме пародонта. Для реализации способа, основанного на колебательном воздействии, используются устройства, содержащие магнитоотрицательный или пьезокерамический электроакустический преобразователь, концентратор и инструмент, который может выполняться интегрированным с концентратором или сменным [1]. Насадку для удаления коронок имеет большинство современных ультразвуковых скалеров. Разрушение фиксирующего материала происходит под действием изгибных или крутильных колебаний, возбуждаемых в коронке с помощью инструмента. Так как воздействующие на коронку силы или моменты лежат в плоскости, перпендикулярной оси зуба, а разрушение фиксирующего материала не сопровождается смещением коронки в осевом направлении, то способ лишен недостатков, присущих удалению протезов путем ударного воздействия.

С целью сокращения времени, необходимого для удаления протеза, был предложен способ, основанный на ударном воздействии на поверхность коронки с помощью сферического ударного элемента, приводимого в движение посредством взаимодействия с источником ультразвуковых колебаний. Колебательные системы, содержащие промежуточный деформирующий элемент, свободно размещенный между торцом концентратора и обрабатываемой поверхностью, известны как разомкнутые (виброударные) и широко применяются для обработки материалов поверхностным пластическим деформированием [2]. Для реализации предложенного способа было разработано устройство, содержащее акустическую колебательную систему, выполненную с возможностью перемещения в осевом направлении, и сферический ударный элемент. Устройство снабжается комплектом полуволновых сменных инструментов в виде криволинейных волноводов, форма которых обеспечивает возможность доступа к различным поверхностям коронки. Ударный элемент завальцовывается в сменном инструменте с возможностью осевого перемещения. Осевое перемещение колебательной системы обеспечивается за счет ее крепления в корпусе устройства на упругом подвесе, выполненном в виде двух мембран с центральными отверстиями. Одна из мембран припаивается внутренним краем к фланцу, выполненному в узле колебательных смещений концентратора, а другая – к фланцу, выполненному в пучности смещений. Наружными краями мембраны припаиваются к торцам четвертьволновых стаканов, закрепляемых в корпусе устройства с помощью установочных винтов. Упругий подвес выполняет функцию направления колебательной системы и позволяет регулировать силу статического взаимодействия ударного элемента с поверхностью коронки, что позволяет управлять режимом колебаний ударного элемента.

Литература

1. Feine James, Trimodular ultrasonic dental device, International publication WO 99/60943, IPC A61C 1/07, International publication date 02.12.99.
2. М.Г. Киселев, В.Т. Минченя, В.А. Ибрагимов, Ультразвук в поверхностной обработке материалов, Мн., Тесей, 2001, стр. 95-98.

АППАРАТ ДЛЯ МОБИЛИЗАЦИОННОЙ КОРРЕКЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА

Ю.А. Розанов

Научные руководители – к.т.н., доцент **Г.А. Есьман**, к.м.н. **Д.К. Тесаков**

Белорусский национальный технический университет,

Белорусский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии

Современные хирургические методы лечения больных с тяжелыми формами сколиоза предусматривают проведение специальной предоперационной подготовки позвоночника, направленной на увеличение его коррекционной мобильности. Это необходимо как для получения максимального эффекта хирургической коррекции деформации, так и для предупреждения возникновения возможных неврологических осложнений, связанных с реакцией спинного мозга.

Изучение литературной и патентной информации показывает, что к настоящему моменту предложено множество различных технических решений-устройств для повышения мобильности позвоночника. Ряд из них заслуживает внимания для практической реализации. Однако до настоящего времени ни в Республике Беларусь, ни в странах региона бывшего СССР не налажено

промышленное производство аппаратов для мобилизационной коррекции позвоночника.

Разработанный кафедрой «Конструирование и производство приборов» БНТУ аппарат для мобилизационной коррекции позвоночника отличается от известных аналогов возможностью осуществлять изолированно и (или) одновременно, постоянно или переменнo тракционное продольное и (или) поперечное воздействие на позвоночник за счет блоковой передачи динамических мышечных усилий ног и рук самого пациента.

Мобилизация позвоночника осуществляется путем трaкции за счет блоковой передачи динамических мышечных усилий ног и рук пациента при жесткой фиксации таза, головы или верхнего плечевого пояса за подмышечную область.

Эффективность мобилизационной коррекции позвоночника определяется путем рентгенографии пациента, находящегося в аппарате в состоянии соответствующего тракционного воздействия.

Применение аппарата для мобилизационной коррекции позвоночника при лечении больных с тяжелыми формами сколиоза позволит сократить общие сроки лечения и сроки нахождения больного в стационаре, предоставит больше удобств для пациентов и облегчит работу медицинского персонала.

ТРЕНАЖЁР ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ФУНКЦИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Ю.А. Розанов

Научные руководители – к.т.н., доцент *Г.А. Есьман, В.Л. Габеев*
Белорусский национальный технический университет

В последнее время в РБ большое внимание уделяется проблеме социальной и физической реабилитации инвалидов.

Из общего числа лиц, с различными видами травм, 4% составляют инвалиды с повреждениями позвоночника и спинного мозга. При этом показатель полного восстановления трудоспособности составляет всего около 1%. В связи с этим проблема реабилитации инвалидов с нарушениями функций спинного мозга приобретает особую остроту.

Известен ряд аппаратов и тренажеров универсального характера (монорельсовые дороги, параллельные брусья, ходунки), применяемых для реабилитации людей после травм позвоночника, спинного мозга, инсультов. Обычно указанные средства используются на поздних этапах восстановления больных.

На кафедре «Конструирование и производство приборов» БНТУ разработана конструкция специального тренажера, предназначенного для повышения эффективности реабилитации инвалидов с тяжёлыми нарушениями двигательных функций нижних конечностей. За основу конструкции были выбраны параллельные брусья. Регулирование брусьев может осуществляться в широких пределах (тренажёр рассчитан и для детей, и для взрослых) как по высоте, так и по ширине. Все установочные положения надёжно фиксируются. Конструкцией тренажера предусмотрен подъезд пациента к брусьям на инвалидной коляске.

Реабилитация больных осуществляется посредством ходьбы в ограниченной области: между двумя параллельными брусьями, на которые пациент опирается руками. При прохождении брусьев пациент разворачивается и продолжает движение в обратном направлении.

Преимуществом данного тренажера перед аналогичными зарубежными конструкциями является модульное построение его конструкции. Дополнительно могут устанавливаться: модуль опоры. Он представляет собой две каретки, установленные на брусьях и соединённые между собой, которые могут скользить по поверхности брусьев. Опора используется при ходьбе и/или при развороте человека. Планируется установка модуля бегущей дорожки.

Данная конструкция тренажера позволит повысить эффективность реабилитации функций нижних конечностей и сократить сроки восстановления больных.

Литература

1. А.Н. Белова. Нейрореабилитация: руководство для врачей. - М.: Антидор, 2000-568с.
2. Медицинская реабилитация./ Под ред. В.М. Боголюбова, Москва - Пермь, 1998 – 647 с.
3. О. Г. Коган. Реабилитация больных при травмах позвоночника и спинного мозга. М.:

Медицина, 1975 – 238 с.

4. Уэстрайх Натали Г. Основные методы физической реабилитации больных с нарушениями передвижения. Миннеаполис, Миннесота, США, 1996; Минск, Беларусь, Полистайл, 1996. – 120 с.

КРОВАТЬ ПОВОРОТНАЯ РЕАБИЛИТАЦИОННАЯ

О.А. Верёвка

Научные руководители – к.т.н., доцент ***Г.А. Есьман, В.Л. Габец***
Белорусский национальный технический университет

Реабилитация больных и инвалидов является серьёзной проблемой современного общества.

При реабилитации людей с травмами позвоночника и спинного мозга применяются различные технические средства: специальные регулируемые кровати, параллельные брусья, монорельсовые дороги, ходунки. В послеоперационный период целью кинезотерапии является предотвращение появления остеопороза и контрактур. Решение данной задачи реализуется использованием специальных поворотных кроватей (столов).

Устройства реабилитации, выпускаемые странами СНГ, обладают недостаточной функциональностью, а зарубежные аналоги соответствующие необходимым требованиям, имеют высокую стоимость. В связи с этим, особую актуальность приобретает разработка функциональной кровати, предполагающей перевод больного в ортостатическое положение.

Кафедрой «Конструирование и производство приборов» БНТУ разработана поворотная кровать, предназначенная для реабилитации больных с высокими повреждениями спинного мозга и вертебробазилярной недостаточностью.

Устройство кровати предполагает наличие механизма поворота – приводящего ложе кровати в вертикальное положение; механизма ротации, позволяющего в лёгком колебательном режиме выполнять малые повороты туловища вдоль продольной оси кровати. Что обеспечивает дополнительный кровоток. Также имеются настраиваемые секции для туловища, бёдер и голеней. Конструкцией кровати предусмотрены крепления для матраца и постельных принадлежностей; удерживающих пациента ремней.

Достоинством разрабатываемой конструкции является совмещение реабилитационного устройства и медицинской кровати. Отличительной чертой является возможность вертикализации пациента (угол подъёма составляет 90 градусов), что в большинстве аналогичных конструкций не достигается.

Данная разработка даст возможность ускорить процесс реабилитации пациентов в условиях клиник и стационаров. Облегчит работу медицинского персонала.

Литература

1. А.Н. Белова. Нейрореабилитация: руководство для врачей. - М.: Антидор, 2000-568 с.
2. Медицинская реабилитация./ Под ред. В.М. Боголюбова, Москва - Пермь, 1998 – 647 с.
3. О. Г. Коган. Реабилитация больных при травмах позвоночника и спинного мозга. М.: Медицина, 1975 – 238 с.

КОМПЛЕКСНЫЙ ТРЕНАЖЁР ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ИНВАЛИДОВ

О.А. Верёвка, Ю.А. Розанов

Научные руководители: к.т.н., доцент *Г.А. Есьман, В.Л. Габец*
Белорусский национальный технический университет

В последнее время в связи с усилением социальной направленности политики РБ принят ряд постановлений и законов, направленных на улучшение положения инвалидов.

Для быстрой адаптации больных и инвалидов к производственной среде необходимы специальные технические приспособления-тренажёры.

Доля инвалидов с двигательными нарушениями вследствие неврологических заболеваний среди всех неврологических больных с потерей двигательных функций составляет более 50 %.

Реабилитация неврологических больных - это сложный процесс, который продолжается до тех пор, пока не достигнуто оптимально возможное восстановление нарушенных физических, интеллектуальных и психических функций.

В настоящее время восстановление двигательных нарушений у неврологических больных начинается с разработки в положении «лёжа» с помощью инструктора недостатка подвижности в основных суставах и мышцах нижних конечностей. При этом инструктор испытывает большие физические нагрузки, руками воспроизводя основные локомотивные движения поражённых конечностей больного.

После того, как больные смогут самостоятельно выполнять эти движения в положении «лёжа», начинается период восстановления двигательных нарушений с помощью ходунков и трости. Затем больному предлагают «поработать» на бегущей дорожке и велотренажёре.

Основной недостаток такой методики восстановления – отсутствие специальных тренажёров.

На кафедре «Конструирование и производство приборов» приборостроительного факультета БНТУ, совместно с НИИ медико-социальной экспертизы и реабилитации разработан комплексный тренажёр, предназначенный для сокращения сроков реабилитации инвалидов с двигательными нарушениями вследствие неврологических заболеваний с расширенными функциональными возможностями для оснащения поликлиник, специализированных стационаров.

Основу конструкции составляет электропривод и кривошипношатунный механизм, который управляет движением кареток, на которые становится человек. При этом может выполняться три различных вида нагрузки:

в положении лёжа: на кушетке движение ног, находящихся на каретках

в положении стоя: пациент, поддерживаемый подпружиненной опорой в области подмышечных впадин, выполняет упражнение, имитирующее ходьбу

в положении сидя: работа на велотренажёре.

Планируется выполнить необходимые технические и медицинские испытания, после чего подготовить и освоить серийное производство данного тренажёра.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИБКИХ ВОЛНОВОДНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТРОМБОЛИЗИСА

О.В. Мацулевич

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.Т. Минченя*
Белорусский национальный технический университет

Одним из основных требований при проведении внутрисосудистых операций является минимальная травматизация сосудистой стенки при продвижении инструмента внутри сосуда, зависящая, в свою очередь, от гибкости инструмента. Это требование является одним из наиболее важных при разработке инструмента для проведения ультразвукового тромболизиса [1], так как волновод при продвижении его внутри сосуда может иметь изгиб в различных плоскостях на углы

свыше 50°. Это привело к необходимости создания установки для контроля жесткости гибких волноводов и для обеспечения их взаимозаменяемости.

Для определения изгибной жесткости внутрисосудистых волноводов разработана установка. Изгибная жесткость EI волновода находится из зависимости:

$$EI = \frac{F \cdot L^3}{3f},$$

где E - модуль упругости Юнга

I - момент инерции поперечного сечения

F - сила, прикладываемая к волноводу

L - длина участка волновода, который подвергается изгибу

f - максимальное расстояние, на которое изгибается волновод, $\operatorname{tg} \alpha = \frac{f}{L}$, α - угол на

который изгибается волновод.

Измерение силы, прикладываемой к волноводу, производится при угле изгиба равного 10°. Участок, на котором определяется жесткость, задается разработанным устройством создания переменного плеча. Сила при этом прикладывается к рабочей части волновода.

Для определения силы, деформирующей стержень на заданную величину, разработан преобразователь, состоящий из упругого элемента [2], воспринимающего силу реакции деформированного волновода, и бесконтактного датчика перемещения [3], регистрирующего деформацию упругого элемента.

По результатам проведенных экспериментальных исследований установлена рациональная форма гибкого внутрисосудистого волновода.

Литература

1. А.Г. Мрочек, И.Э. Адзериho, В.Т. Минченя. Ультразвуковая аппаратура для разрушения тромбов в артериальных сосудах. Рефераты докладов международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике». Мн., 2003, Т. 1.

2. С.Д. Пономарев, Л.Е. Андреева. Расчет упругих элементов машин и приборов. М., 1980.

3. А.В. Федотов. Расчет и проектирование индуктивных измерительных устройств. М., 1979.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ

Ю.А. Моисеенко

Научный руководитель – к.т.н. *В.П. Луговой*
Белорусский национальный технический университет

В работе рассматривается математическая модель двух- и трехмассовой системы, имитирующая процесс динамики при вибрационной обработке деталей. Математическая модель позволяет рассматривать различные варианты вибрационного воздействия на систему с целью анализа динамических процессов, протекающих в системе. Параметрами вариации служат массы составляющих системы, коэффициенты жесткости и демпфирования.

Использование методов графической интерпретации на ЭВМ позволяет визуально оценить вибрационные явления в такой системе и управлять динамическими процессами путем последовательного изменения одного из параметров. Рассматриваемая система может иметь прикладной характер к процессам доводки-шлифовки деталей на одном инструменте или между двумя инструментами.

Предлагаемая работа позволяет использовать данный метод при анализе динамических процессов, протекающих и в других многомассовых системах машин.

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИБКОСТИ ЭНДОПРОТЕЗОВ СОСУДОВ

А.С. Манько

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.Т. Минченя*
Белорусский национальный технический университет

Сердечно-сосудистые заболевания являются прогрессирующей причиной смерти в западных странах, и они часто связываются с коронарным атеросклерозом. Традиционно такие патологии артерии рассматривали через медикаментозную терапию или через хирургическое вмешательство. Однако значительно количество ранних послеоперационных осложнений, травматизм оперативного вмешательства и высокая стоимость ограничивают распространение хирургического лечения. Данные факторы послужили причиной развития интервенционных методов лечения, среди которых наибольшее распространение получило стентирование [1]. Эндопротез сосуда (стент) представляет собой металлический каркас цилиндрической формы, который выполнен таким образом, что после подведения к месту имплантации по сосуду стент расширяют в радиальном направлении с помощью специального баллона. Благодаря пластической деформации стент сохраняет расширенную форму, поддерживая просвет сосуда открытым.

Так как проведение стента к месту имплантации осуществляется через периферийную сосудистую систему, то стент должен обладать гибкостью, которая бы позволила ему пройти изгибы сосудистой системы. Для контроля гибкости стента измеряют изгибную жесткость, отдельно взятого стента без баллона. Однако данный способ не позволяет оценить гибкость стента посаженного на баллон при проведении его в сосуд. В работе [2] описан способ для определения гибкости стента с баллоном путем моделирования прохождения стента через периферийную сосудистую систему. Для реализации метода нами спроектирована и изготовлена установка, в которой в качестве модели сосуда использовалась силиконовая трубка, имеющая радиусы кривизны соответствующие анатомическим. Баллон с закрепленным на нем стентом при помощи специального подающего устройства проводится по каналу модели сосуда. При прохождении изгибных участков осуществляется измерение силы, приложенной к баллон - катетеру. Значения измеренной силы позволяют сравнить между собой различные модели стента и определить рациональный дизайн стентов.

Литература:

1. F. Auricchio и др. "Finite-element analysis of a stenotic artery revascularization through a stent insertion", //Computer methods in biomechanics and biomedical engineering, vol.00, pp. 1-15.
2. W. Schmidt и др. "Experimental study of peripheral, balloon-expandable stent system", //Progress in biomedical research, май 2001 г.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ НИТОЧНЫХ ШВОВ

Н.В. Комлева

Научный руководитель – к.т.н., доц. *А.Н. Буркин*
Витебский государственный технологический университет

Качество обуви определяется достаточно большим перечнем свойств, которые характеризуют ее эксплуатационные показатели. Одним из важнейших показателей является прочность ниточных швов. Этот показатель, в определенной степени, оценивает долговечность конструкции. Разрушение ниточных швов наиболее часто встречаемый дефект при носке обуви. Несмотря на большое количество исследований по изучению потребительских свойств обуви и технологии сборки заготовки верха до сих пор не рассматривается вопрос взаимосвязи между прочностью ниточных швов, определяемых стандартными методами и их износостойкостью при эксплуатации, а также не предложены методы прогнозирования их долговечности.

Существующие методы оценки прочности ниточных швов, заложенные в нормативно-технической документации (НТД) предусматривают испытание их в процессе производства обуви

и после ее изготовления, и не предусматривают испытания в процессе носки изделий. То есть рассматривают один из этапов "жизненного цикла" изделия. Прочность ниточного шва зависит, прежде всего, от технологических факторов. Применение высокоскоростных швейных машин приводит к интенсификации стежкообразования и росту тепловых и динамических нагрузок на нить, в результате чего уменьшается прочность ниточного шва. Также известно, что при сборке обуви заготовка верха подвергается различным технологическим воздействиям: увлажнению, сушке и растяжению при формовании. Указанные процессы влияют на прочность ниточных швов, а это не учитывается в НТД.

Определение прочности ниточных швов в статических условиях проводится следующим образом: сшиваются образцы определенных размеров или они выкраиваются из заготовок верха обуви. Для оценки прочности ниточного шва сопоставляют первоначальную прочность непростроченного образца с прочностью ниточного шва в ньютонах. Все образцы вырезают из участков заготовки, расположенных рядом и в одном и том же направлении. Для испытания используют разрывную машину. По окончании испытания фиксируют разрывную нагрузку и отмечают, где произошел разрыв - по шву или в материале.

Как уже отмечалось выше, образцы подвергаются не только статистическим, но и динамическим нагрузкам. Рациональные методики для испытания ниточных швов до настоящего времени не разработаны. Существуют несколько методик, одна из них заключается в следующем: образец сшивается в виде трубки и надевается на деформационный узел, который представляет собой коленчатый вал. Оба конца образца закрепляются в зажимы. Кроме того, нижний зажим перемещается в вертикальном положении и при этом можно выполнять комбинированное нагружение - изгиб с растяжением. Многоциклового изгиб осуществляется за счет вращательного движения коленчатого вала. После динамического испытания из трубки выкраиваются стандартные образцы для определения прочности ниточного шва.

Кроме того, существует метод определения прочности ниточных швов на приборе, который осуществляет растяжение как в одной, так и в нескольких плоскостях. При таком нагружении образуются скрещивающиеся складки. Величина нагружения образца может изменяться. Основной целью исследования является определение влияния различных видов нагружения на прочность ниточных швов. После проведения испытаний образцы вынимают из зажимов и испытывают на динамометре. Во время испытаний фиксируется тот момент, когда разрывается нить или материал.

Устранить указанные выше недостатки можно путем разработки методов исследования ниточных швов приближающих их к реальным условиям носки обуви. Для этого необходимо дополнить НТД методиками испытаний, которые могут имитировать технологические процессы сборки изделий, а также условия эксплуатации.

УПРАВЛЕНИЕ ЧАСТОТОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ ФАЗОВОГО СДВИГА

В.В. Ковалев¹, М.В. Давыдов¹

Научные руководители: к.т.н., доцент ***А.Н. Осипов¹***, к.м.н., доцент ***Ю.Г. Дегтярев²***

¹*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

²*Белорусский государственный медицинский университет*

Системы электростимуляции широко применяются для лечения заболеваний нервно-мышечного аппарата. В ряде случаев (реабилитация больных после хирургического аноректального вмешательства, восстановление двигательной активности парализованных мышц и т.д.) электростимуляция является практически единственным физиотерапевтическим способом лечения. Вместе с тем, традиционные методы стимуляции не решают в достаточной мере задачу реабилитации больных. Для успешного решения данных проблем возможно применение систем электростимуляции нового типа - с обратной связью [1]. Такие системы позволяют в режиме реального времени осуществлять контроль отдельных физиологических параметров, в соответствии с которыми вырабатывается терапевтическое воздействие.

Разработан комплекс электростимуляции для лечения заболеваний прямой кишки и

анального сфинктера с биотехнической обратной связью [2]. Реализация цепи обратной связи заключается в автоматическом управлении частотой стимуляции на основе информации о состоянии стимулируемых тканей. Определение наиболее эффективной частоты стимуляции осуществляется на основе измерения сдвига фаз между стимулирующим током и напряжением. На объект стимуляции подается тестовый сигнал, амплитуда которого не превышает уровня, сокращения мышцы. Информация о состоянии электрических свойств объекта определяется с помощью разработанного устройства и обрабатывается программным обеспечением. На основе результатов корректируется частота проведения стимуляции.

Основным элементом измерительной части комплекса является блок выделения фазы. Сигнал фазы снимается с эталонного резистора, усиливается и преобразуется в цифровую форму. В цифровой форме сигнал поступает в ЭВМ. Сигнал амплитуды поступает в ЭВМ через плату АЦП ЛА-2А. Для обработки полученных данных разработано программное обеспечение. Оно реализует следующие функции : измерение периода функций (амплитуды и фазы), частоты электрического сигнала, смещения начала периода фазы от амплитуды, разности фаз между периодами в градусах, максимального и минимального значений амплитуды. На основании разности фаз происходит управление частотой стимуляции. Наиболее эффективной частотой является та, при которой происходит минимум активных потерь тока в тканях, т.е. фазовый сдвиг минимален. Диапазон изменения частоты тестового сигнала выбран на основе предварительных исследований свойств тканей ЖКТ [3]. Процессы диагностики и стимуляции разнесены во времени. Длительность измерительного цикла на порядок меньше длительности цикла стимуляции. После проведения стимуляции цикл измерения свойств тканей повторяется. Таким образом, автоматическое управление частотой электростимуляции позволяет сохранить эффективность воздействия при изменении свойств биологических тканей.

Литература

1. А.Н. Осипов, С.К. Дик, К.Г. Сеньковский Сложная биотехническая обратная связь в системах электростимуляции // труды научно-практической конференции Электростимуляция – 2002, 27-28 марта, Москва, с269 – 271.
2. А.Н. Осипов, В.М. Бондарик, Ю.Г. Дегтярев, А.М. Адамович Аппаратно-программный комплекс с биотехнической обратной связью для электромиостимуляции прямой кишки и анальных сфинктеров // *Elektronika ir Elektrotechnika*. - 2002. - №2 (37). - P18-22.
3. Ковалев В.В., Давыдов М.В. Разработка модели толстого кишечника на основе метода передаточных характеристик // *Микроэлектроника и Информатика – 2003. Десятая всероссийская межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов: Тезисы докладов. – М.: МИЭТ, 2003 – С.125*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА МЕТОДОМ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ

В.В. Ковалев¹, М.В. Давыдов¹

Научные руководители: к.т.н., доцент ***А.Н. Осипов¹***, к.м.н., доцент ***Ю.Г. Дегтярев²***

¹*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

²*Белорусский государственный медицинский университет*

Исследование физиологических систем включает измерение множества переменных, что чрезвычайно трудно осуществить практически. Подобные системы по сравнению с техническими характеризуются многими неизвестными параметрами, сложной динамикой и нестационарностью процессов [1]. Формализованное описание биологических объектов в основном заключается в идентификации функционального преобразования входного стимула в реакцию системы. Существующие модели физиологических систем, в связи с указанными выше причинами, являются недостаточно корректными. Это затрудняет создание эффективных методов и средств диагностики и лечения заболеваний. В связи с этим была разработана электрическая модель желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) крысы.

Для построения электрической модели ЖКТ, наиболее адекватно описывающей процессы, происходящие при электродиагностике и электростимуляции, использован метод передаточной

функции. Метод заключается в измерении частотных характеристик объекта и получении передаточной функции в виде отношения многочленов:

$$H(p) = N(p)/D(p), \quad (1)$$

где $N(p)$ – изображение выходного сигнала (реакция физиологической системы), $D(p)$ – входной сигнал (электрический стимул), $H(p)$ – передаточная функция [2].

В результате исследований получены амплитудно- и фазочастотная характеристики ЖКТ, на основании которых построена функциональная модель. Частотные зависимости аппроксимируются следующими выражениями:

$$A(\omega) = C1 \cdot \frac{1}{(\omega + C2)^2} + C3, \quad (2)$$

$$\varphi(\omega) = C4\sqrt[3]{\omega + C5} - C6\sqrt[3]{\omega + C6} + C7, \quad (3)$$

где ω – частота, $C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7$ – коэффициенты, учитывающие состояние объекта.

Передаточная функция толстого кишечника имеет вид функции:

$$H(j\omega) = \left(C1 \cdot \frac{1}{(\omega + C2)^2} + C3 \right) \cdot e^{-j(C4\sqrt[3]{\omega + C5} - C6\sqrt[3]{\omega + C6} + C7)}, \quad (4)$$

В результате проведенного моделирования установлено, что в диапазоне 1-3 кГц амплитудно-частотная характеристика имеет достаточно высокий коэффициент передачи. При этом сдвиг фаз минимален и, соответственно, максимальна активная составляющая мощности, обуславливающая сокращение мышечной ткани. Таким образом, данный диапазон является наиболее предпочтительным для электростимуляции нервно-мышечного аппарата. Построенная модель может быть использована при проектировании аппаратов электростимуляции и электродиагностики.

Литература

1. Мармарелис П., Мармарелис В. Анализ физиологических систем. – М.: Мир, 1981. – 480 с.
2. Лощилов В.И., Калакутский Л.И. Биотехнические системы электростимуляции. – М. МГТУ, 1991. – 168 с.

ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОИЗВОДНЫХ ПОРФИРИНОВ. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИНТЕРВАЛА МЕЖДУ ВВЕДЕНИЕМ СЕНСИБИЛИЗАТОРА И ОБЛУЧЕНИЕМ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОТОТЕРАПИИ

С.Л. Сосновский

Научный руководитель – к.б.н *В.П. Зорин*
Белорусский государственный университет

Фотодинамическая терапия (ФДТ) – это относительно новый метод лечения некоторых видов онкологических и неонкологических заболеваний, в основе которого лежит комбинированное воздействие на патологические клетки и ткани видимого света и фотосенсибилизаторов. Активированные светом молекулы фотосенсибилизатора взаимодействуют с молекулярным кислородом и инициируют образование одного из сильнейших окислителей - синглетного кислорода [1]. Эта токсическая форма кислорода способна вступать в химические реакции со многими биологическими структурами и, посредством этого, вызывать повреждение клеток и тканей. Интенсивность фотосенсибилизированного воздействия в равной степени зависит от фотофизических свойств сенсбилизатора, его концентрации в ткани-мишени и интенсивности светового воздействия. Целью данной работы было изучение процессов распределения синтетического пигмента-фотосенсибилизатора мезо-тетрагидроксифенилхлорина

(Фоскана) в крови и исследование влияния интервала между введением сенсibilизатора и облучением на эффективность ФДТ мышей-опухоленосителей. Фоскан – это один из наиболее перспективных сенсibilизаторов 2-го поколения для ФДТ. Он обладает в 100-300 раз большей эффективностью в ФДТ в сравнении с сенсibilизаторами первого поколения [2,3]. Причины этого пока не ясны, поэтому требуется дальнейшее изучение механизмов распределения Фоскана.

Фотодинамическая терапия проводилась на мышах линии Colo-26 с опухолевыми аллотрансплантатами при разных интервалах между введением пигмента и облучением опухоли. Животным вводился Фоскан в концентрации 0,5 миллиграмм на килограмм массы и впоследствии опухоли облучались через 1 час, 24 часа и 96 часов после введения пигмента. Доза облучения равнялась 10 Дж/см^2 (652 нм) с плотностью потока излучения равной 160 мВ/см^2 .

Проводили анализ содержания пигмента в плазме крови. Концентрация Фоскана в плазме была максимальна через 1 час после введения и быстро уменьшалась со временем, в то время как его концентрация в опухоли достигала плато через 24 часа после введения и оставалась на этом уровне вплоть до точки 96 часов.

Опухоли, подвергшиеся облучению в точке 24 часа после введения пигмента, испытали значительное замедление роста со временем по сравнению с опухолями, подвергшимися облучению в точках 1 час и 96 часов после введения. Вследствие этого можно предположить, что концентрация в плазме не является определяющим фактором эффективности ФДТ.

Мы также исследовали кинетику накопления Фоскана в белых клетках крови. Нами было показано, что максимальная концентрация Фоскана в них достигается в точке 24 часа после введения. Полученные результаты позволяют сделать вывод, о том что эффективность ФДТ с применением Фоскана хорошо коррелирует с уровнем накопления его в клетках крови.

Литература

1. Ochsner M. (1997) Photophysical and Photobiological processes in the photodynamic therapy of tumors. J. Photochem. Photobiol. B: Biol. 39, 1-18.
2. V.O. Melnikova, L.N. Bezdetnaya, A. Ya. Potapenko and F. Guillemin. Photodynamic properties of meta-tetra(hydroxyphenyl)chlorin in human tumor cells. Radiat Res. 152 (1999) 428-435.
3. Hopkinson H.J., Vernon D.I., S.B. Brown (1999) Identification and partial characterization of an unusual distribution of the photosensitizer meta-tetrahydroxyphenylchlorin (Temoporfin) in human plasma. Photochem. Photobiol. 69, 482-488.

ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

О.А. Степанкова

Научный руководитель – к.ф.м.н., доцент *Е.П. Трухан*
Белорусский национальный технический университет

В данной работе предлагается моделирование ряда задач по электронной, геометрической и волновой оптике.

Предлагаются задачи по движению заряженной частицы в однородных электрическом и магнитном полях. Частица может иметь начальную скорость, направленную по произвольным углом. Заряд и масса частицы произвольны и могут вводиться с клавиатуры. Рассмотрено действие электронной и магнитной линз.

Смоделирована работа световода с линейным и квадратичным изменением показателя преломления: $n = n_0 - kz$, $n = n_0 - \alpha z^2$, где n_0 , k , α , z , можно вводить с клавиатуры.

Моделируются работа интерферометра Жамена, Рождественского, Майкельсона, микроинтерферометра Линника, Фабри-Перо и их применение для измерения длин, показателей преломления. Анализируется точность интерференционных измерений. Изучается схема Рождественского для исследования аномальной дисперсии.

Данная работа может быть использована в лабораторном практикуме по общей физике, раздел «оптика».

Литература

1. Прикладная физическая оптика, под ред. Москалева В.А., С.-П., 1995.
2. Э.В.Бурсиан, Физика, 100 задач для решения на компьютере, М., 1997.
3. Х.Гулд, Я.Тобочник, компьютерное моделирование в физике, Мир, 1992.
4. Практикум по спектроскопии, под ред. Левшина Л.В., МГУ. 1976.

О КЛАССИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ИМЕЮЩИХ ЭЛЕМЕНТЫ ПРЕРЫВАНИЯ

О.А. Кротова

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.Л. Соломахо*
Белорусский национальный технический университет

Как известно [1, стр.17], преобладающими видами измерений на машиностроительных предприятиях являются координатные измерения, сущность которых заключается в моделировании поверхности по результатам измерений координат нужного числа точек в принятой системе координат и последующей обработке этой модели с целью получения результатов, позволяющих принимать решение о годности объекта. Эффективность измерений данного вида определяется выбором минимально необходимого количества точек, достаточного для получения модели, адекватной измеряемой поверхности.

Традиционный путь снижения суммарной погрешности измерения связан с уменьшением ее инструментальной составляющей за счет разработки принципиально новых средств измерения (СИ), при этом незначительное снижение погрешности обычно приводит к существенному удорожанию СИ. Альтернативой является уменьшение суммарной погрешности за счет методической составляющей, что и являлось целью данной работы.

В качестве примера рассматривалась методика контроля поперечного сечения детали типа тела вращения.

Традиционные методики рекомендуют располагать контрольные точки равномерно по контролируемой поверхности [1, стр.86]. Однако, при решении комплекса измерительных задач мы часто сталкиваемся с поверхностями, имеющими элементы прерывания (так называемыми «неполными» поверхностями). Экспериментальные исследования показали, что использование общепринятых методик для поверхностей, угловой диапазон рабочей поверхности которых менее 200° , приводит к появлению относительной методической погрешности $\approx 200\%$; при угловом диапазоне от 200° δ^* не превышает допустимого значения.

Была разработана методика [2, стр.43] с использованием рядов Фурье, учитывающая фактор неравномерного расположения контрольных точек на профиле объекта измерения. Получена зависимость минимально необходимого количества контрольных точек и методической погрешности измерения, заданной вероятности условия, что погрешность измерения не превысит допускаемого значения, углового диапазона рабочей поверхности (α).

Экспериментально были оценены границы работоспособности данной методики при контроле поверхностей, имеющих элементы прерывания, а именно, значение относительной методической погрешности не превышает допускаемого значения при угловом диапазоне более 80° .

Для удобства проектирования методик выполнения измерений была разработана классификация поверхностей, имеющих элементы прерывания, для чего введен «коэффициент целостности» (ξ), который рассчитывается как отношение углового диапазона рабочей поверхности к угловому диапазону полной окружности.

В результате анализа экспериментальных данных были получены рекомендации по применению различных методик, а именно, при $\xi \geq 0,56$ возможно использование всех известных методик, при $0,22 \geq \xi \geq 0,56$ необходимо использовать методику №2, при $0,14 \geq \xi \geq 0,22$ возможно использование методики №2 с введением поправочных коэффициентов.

Литература

1. Соломахо В.Л. Метрологическое обеспечение координатных измерений в машиностроении. – Мн.: ООО «Реклама – Факсбелар», 131 с.
2. Особенности координатных измерений сложных поверхностей, представленных ограниченными участками окружности / В.Л. Соломахо, С.С.Соколовский, О.А. Кротова // Вестник БНТУ. – 2003 г. - № 1. – С. 43.

КОНЦЕПЦИЯ МНОГОМЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ

Н.А. Шабуневич

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.Л. Соломахо*

Белорусский национальный технический университет

Качество вуза – это некоторая интегральная сумма качеств: управления макропроцессами в вузе, входные и выходные данные вуза; ресурсы вуза. Основные макропроцессы вуза: оказание образовательных услуг, производство продукции учебного назначения, научные исследования, производство наукоемкой продукции. Помимо основных макропроцессов можно выделить и сопутствующие макропроцессы: административная деятельность, финансовая деятельность, хозяйственная деятельность.

Задача управления качеством для образовательного учреждения является специфической по следующим причинам:

1) в силу специфичности самой «основной» продукции вуза – квалификации специалиста, выпускника вуза;

2) в международных стандартах серии ИСО не прописан механизм реализации предлагаемых стандартов. Ряд стран на базе ИСО создают свои стандарты для различных отраслей промышленности. Например, хорошо известны стандарты автомобильной промышленности США и Европы (QS 9000 и др.). Отсутствует такой механизм и для такой специфичной сферы управления качеством, какой является сфера образования;

3) стандарты серии ИСО 9000 рассчитаны в основном на свободную рыночную экономику. Система образования является отраслью в значительной мере регулируемой государством. Поэтому при составлении гармонизированных с ИСО образовательных стандартов должен быть учтен также и иерархический и административный принцип. Вуз в нашей стране в настоящее время работает и в условиях чисто рыночных отношений, оказывая услуги частным и юридическим лицам. Поэтому при разработке систем качества необходимо учесть эти два вида деятельности вуза; специфика потерь (рисков) от неправильных решений.

4) в централизованной и регулируемой государством системе образования эти потери будут накладываться на интеллектуальный капитал страны и быть пролонгированными на много лет вперед. Таким образом, потери в случае систематических ошибок в методологии управления СК образовательным процессом более существенны, чем при чисто рыночных (особенно мелкотоварных) отношениях.

5) международные стандарты серии ИСО 9000 трудно воспринимаются в образовательных учреждениях по перечисленным выше причинам и особенно неоднозначности интерпретации терминологии применительно к сфере образовательных услуг;

Многомерное качество вуза следует понимать многомерным, если вуз распространяет философию качества на каждый процесс, каждый вид деятельности и каждого сотрудника. Вуз должен применять следующую концепцию: качество – это степень удовлетворения запросов потребителя (студента, преподавателя, предприятия, общества), степень пригодности выпускника вуза к эффективной работе.

Литература

1. Всеобщее управление качеством. Глудкин О.П., Горбунов Н.М., Гуров И.И. Учебник для вузов. Радио и связь. М., 1999, 600 с.

2. Управление качеством образования. Под ред. Поташника М.М. Педагогическое общество России, М., 2000, 441 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ

О.А. Ленкевич, С.Л. Герасюто

Научный руководитель – д.н.н., профессор *В.Л. Соломахо*
Белорусский национальный технический университет

В основу оптимизации контроля геометрических параметров деталей предлагается положить новую трактовку предельных размеров и предельных контуров. Предельные размеры детали следует рассматривать как комплекс взаимосвязанных предельных размеров всех элементов детали, определяющих единое (общее) поле допуска. Определенные таким образом предельные размеры устанавливают два комплексных плавающих предельных контура детали, один из которых соответствует пределу максимума материала, а второй – пределу минимума материала детали [1]. Исходя из этого, все элементы контролируемой детали или все контролируемые их геометрические параметры должны измеряться в одной фиксированной (жестко связанной с контролируемой деталью) системе координат. Функционально годной будет считаться деталь, которую возможно “расположить” таким образом, чтобы все ее реальные элементы с учетом перераспределенного поля ее допусков “вписались” между “плавающими” предельными контурами.

При таком подходе к контролю возникает необходимость в повороте и плоскопараллельном смещении реального контура, представленного экспериментальной моделью, построенной по результатам координатных измерений множества контрольных точек с целью определения возможности вписывания реального контура. Такой подход положен в основу оптимизации контроля геометрических параметров детали с использованием предлагаемой новой трактовки предельных размеров. Для исследования возможности оптимизации контроля геометрических параметров детали мы заменяем экспериментальную модель аналитической, адекватно отражающей особенности такой экспериментальной модели.

В соответствии с получаемой в результате координатных измерений экспериментальной моделью, имитационное моделирование может быть осуществлено следующим образом. В качестве объекта исследования была принята плоская деталь номинально прямоугольной формы. Такой номинальный профиль моделировался четырехугольником, который задавался в декартовых координатах четырьмя базовыми точками, определяющими вершины профиля. Количество точек, определяющих дискретную модель профиля номинально прямоугольной формы выбиралось от 0 до 1000 по каждой стороне модели. При моделировании объекта нами реализовывались линейное, гармоническое и стохастическое искажения номинального профиля. Изменение положения базовых точек, а, следовательно, и их координат после линейной деформации может осуществляться отдельно по каждой базовой точке. При моделировании профиля мы задавали гармоническое искажение по синусоидальному закону, учитывая то, что амплитуда колебаний точек определяет величину максимального закономерного деформирования профиля, а частота колебаний точек определялась с учетом особенностей конкретного технологического процесса. Стохастические отклонения накладываются совместно с гармоническим искажением. Случайная составляющая погрешности профиля накладывалась на гармонические искажения. После моделирования формируется массив результатов измерений, создается файл Excel, где по координатам базовых угловых и промежуточных узловых точек возможно графическое представление в виде его дискретной модели реального профиля. При моделировании объекта использовался язык C++, реализованный в компиляторе фирмы Borland версии 6.0 с привлечением персонального компьютера.

Литература

1. В.Л. Соломахо, Б.В. Цитович, С.С. Соколовский, О.А. Ленкевич. Оптимизация контроля геометрических параметров изделий на основе принципа перераспределения полей допусков// Вестник БГПА, №1, 2002 год, с. 39 – 42.

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИБОРОВ ДИНАМИЧЕСКОГО ИНДЕНТИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

В.В. Минченя

Научный руководитель – д.т.н. *В.А. Рудницкий*
ГНУ "Институт прикладной физики НАН Беларуси"

Измерение твердости металлических покрытий – сложная метрологическая операция, относящаяся к наиболее комплексным задачам современной заводской лаборатории. Влияние неравномерности механических свойств покрытия и подложки, межслойной адгезии и шероховатости поверхности деталей с покрытиями делают данную измерительную задачу не только сложной, но и привлекательной с точки зрения поиска новых эффективных методов измерения твердости такой композитной структуры.

Метод динамического индентирования основывается на соударении жесткого бойка-индентора с исследуемым материалом; расчет механических характеристик материала производится по параметрам ударного взаимодействия.

В результате научных исследований, проведенных нами, была разработана достаточная теоретическая база для создания методики измерения твердости металлических покрытий на основе динамического индентирования. Создана перспективная конструкция средства измерения, состоящего из электромеханического датчика с гравитационным разгоном индентора и устройства АЦП, подключаемого к портативному компьютеру. В связи с этим разработаны проекты нормативно-технических документов согласно требованиям стандарта [1]. В частности проекты методики выполнения измерений, методики первичной и периодической поверки. При разработке документов учтены наработки в области метрологического обеспечения динамических твердомеров сплошных материалов, приведенные в [2].

С учетом [3] разработан проект методики оценки неопределенности при измерении твердости покрытий приборами динамического индентирования. С использованием схемы измерения рассмотрены основные источники первичных погрешностей измерения и найдены аналитические соотношения для соответствующих коэффициентов влияния. На основе опытных данных приведен пример обработки результатов измерения твердости покрытий с составлением бюджета неопределенности измерения и представлением результатов измерения.

Литература

1. ГОСТ 8.326-89 Метрологическое обеспечение разработки, изготовления и эксплуатации нестандартизованных средств измерений.
2. Галат Е.П. Методические указания. Твердомеры портативные цифровые типа ТПЦ-3М. Методика поверки МИ 610-27-91.
3. СТБ ИСО/МЭК 17025-2001 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

РОЛЬ И МЕСТО МОТИВАЦИИ В СИСТЕМАХ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

М.В. Сенюта

Научный руководитель - к.т.н., доцент *П.С. Серенков*
Белорусский национальный технический университет

Учитывая, что результаты деятельности многих предприятий, организаций и накопленный опыт их работы с кадрами показывают, что формирование производственных коллективов, обеспечение высокого потенциала персонала являются решающими факторами эффективности производства и конкурентоспособности продукции, можно сделать вполне обоснованный вывод о том, что проблемы в области управления персоналом и повседневная

работа в области социального менеджмента в ближайшей перспективе будут постоянно находиться в центре внимания.

Развертывание на промышленных предприятиях систем менеджмента качества (в соответствии с требованиями СТБ ИСО 9001) и их успешное применение сегодня невозможно без активного привлечения человеческого фактора, без такого элемента политики как «управление персоналом». В условиях недостатка технических и финансовых ресурсов человеческий фактор обеспечения качества продукции начинает завоевывать лидирующие позиции.

Ключевой частью деятельности по управлению персоналом является мотивация.

Представленный в докладе анализ литературных источников позволили определить основные направления и методы мотивации персонала. Изложены основные, базисные методы и теории мотивации, известные в международной практике. Рассмотрены как теории доказавших свои профессионализм и компетентность специалистов в области социального менеджмента (например, таких как А. Маслоу, Ф. Герцберг, В. Врум), так и сравнительно недавно появившиеся, но уже доказавшие свое право на существование теории. Представлены мотивационные методы управления человеческими ресурсами в разрезе национальных различий.

Это дает возможность увидеть и оценить динамику их развития, познакомиться с их классификацией.

В докладе приведены некоторые результаты имеющих место ранее исследований, на основе которых были в свое время разработаны классификация видов мотивации, классификация групп персонала, определены взаимосвязи между используемыми методами мотивации и результатами деятельности коллективов организации. Так же показаны связи мотивации с квалификацией, полом, возрастом, заработной платой и трудовой активностью персонала.

В ходе исследования была сделана попытка установления роли управления качеством персонала и его места в общей системе управления качеством. Также даны обоснования необходимости внедрения методов мотивации в организациях различных уровней и направлений.

Литература

1. Веснин В.Р. Практический менеджмент персонала. - М., 1998.
2. Грачев М. Суперкадры. Управление персоналом в международной корпорации.
3. Гришин А.Г. Мотивационный аспект управления персоналом. – 2000.
4. Кричевский Р.Л. Если вы – руководитель. - М.,-1996.
5. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. – 1999.
6. Синев Р.С. Формирование концепции соучастного менеджмента в управлении персоналом. – 2000.
7. Травин В.В., Дятлов В.А. Основы кадрового менеджмента. - М., 1997.
8. Управление персоналом организации. / Под редакцией Кибанова А.Я. – М., 1997.

АНАЛИЗ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ОСНОВНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

О.С. Молочко

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Э.С. Блюменталь*
Белорусский национальный технический университет

Метрология – это наука, которая с каждым днем играет все большую роль в нашей повседневной жизни. Особенно актуальна стала проблема метрологии в строительстве, в связи с быстрыми темпами развития данной отрасли промышленности и с появлением все большего количества строительных материалов.

Цель проводимых исследований состояла в выявлении несоответствий методов контроля, объекта измерений и средств измерений и рассмотрение их с точки зрения экономики.

Объектами исследований в данной работе были кирпич, камни керамические и силикатные, плиты облицовочные пиленые из природного камня.

В соответствии с ГОСТ 379-95 «Кирпич и камни силикатные. Технические условия», ГОСТ 530-95 «Кирпич и камни керамические. Технические условия», ГОСТ 7484-78 «Кирпич и камни керамические лицевые. Технические условия» установлены предельные отклонения от номинальных размеров и геометрической формы от ± 2 до ± 4 мм. Это достаточно жесткие требования с точки зрения экономической выгоды. По ГОСТ 379-95 «Кирпич и камни силикатные. Технические условия» на длину кирпича 250 мм предельные отклонения не должны превышать ± 2 мм, т. е. допуск на длину равен 4 мм, что составляет 1,6% от номинального значения параметра. Я считаю, что нет необходимости устанавливать такие нормы, потому что большее влияние на качество и правильность конструкции будет оказывать неодинаковый слой раствора.

Следующим направлением данной работы было выявление несоответствий средств измерения и объекта контроля. Конкретным примером служит измерение такого параметра как диаметр цилиндрических пустот. По ГОСТ предлагается контролировать его металлической линейкой с погрешностью 1 мм. Однако, из-за неправильной идеализации окружности цилиндрической пустоты, возможно ли гарантировать правильность измерений, если нельзя точно определить ее центр. Также рекомендуется использовать металлическую линейку при контроле глубины отбитости и притупленности. Но на мой взгляд эта задача поставлена некорректно и лучше использовать в этом случае штангенглубиномеры или станковый прибор с индикатором часового типа, если величина отбитости не очень велика. При этом данные средства измерений позволяют обеспечить необходимую точность при контроле заданного параметра.

В тоже время там, где возможно измерение металлической линейки, стандарты предлагают использовать средства измерений с достаточно высокой точностью, такие как штангенглубиномеры серии 526 и штангенциркули серии 571 с погрешностью измерений от 0,05 до 0,15 мм. Допуски на размеры установлены в пределах от ± 2 до ± 6 мм. Если учесть, что допустимая погрешность измерений составляет $1/3 \dots 1/5$ от допуска на размер, то она будет лежать в пределах (0,66...2) мм и (0,4...1,2) мм. Т. е. такую точность, которая необходима при выполнении данных измерений, можно обеспечить металлической линейкой, а использование штангенглубиномеров и штангенциркулей с предельной погрешностью измерений от 0,05 до 0,15 мм экономически нецелесообразно.

Литература

1. ГОСТ 379-95 «Кирпич и камни силикатные. Технические условия»
2. ГОСТ 530-95 «Кирпич и камни керамические. Технические условия»
3. ГОСТ 7484-78 «Кирпич и камни керамические лицевые. Технические условия»
4. ГОСТ 9480-89 «Плиты облицовочные пиленые из природного камня. Технические условия»
5. ГОСТ 427-75 «Линейки измерительные металлические»
6. ГОСТ 3749- 77 «Угольники поверочные 90°»

НЕКОТОРЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ, КАСАЮЩИЕСЯ АНАЛИЗА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И УСТАНОВКИ ПЛАСТИКОВЫХ ОКОН

Д.В. Варивода

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Э.С. Блюменталь*
Белорусский национальный технический университет.

Все большую популярность в строительстве приобретают пластиковые окна. Они действительно имеют много преимуществ: срок службы несколько десятков лет; являются прекрасной защитой от ветра и шума (уровень шума снижается более чем в 2,5 раза по сравнению с обычными деревянными); не пропускают влагу; не промерзают; обеспечивают

высокую теплозащиту; не нужно красить и клеить на зиму; практичны в уходе; дешевле деревянных; пожаробезопасны (обладают свойством самозатухания); выдерживают температурные нагрузки от -50 до $+50$ С и многое другое. Для того, чтобы заказчик смог в действительности получить все вышеперечисленные свойства следует осуществлять многоуровневый контроль качества не только на стадии производства, но и в процессе приема заказа.

Размер окон определяется по внешнему просвету. Если следовать предписаниям ГОСТов(2,3,5,6) по снятию геометрических параметров, то можно заметить следующие некорректности, влияющие на погрешность при снятии размеров – определение отклоняемой прямолинейности на всей длине элемента при помощи нивелира или теодолита, задающего линию отсчета, и линейки, при этом точность положения проверяемой поверхности относительно линии отсчета не регламентируется. Также не регламентируется точность положения элементов относительно плоскости отсчета в методе измерения линейкой расстояний от каждой из четырех угловых точек элемента до плоскости отсчета с последующим вычислением отклонения от условной плоскости.

Все рабочие, снимающие размеры при заказе окон в подавляющем большинстве используют простую рулетку третьего класса точности с ценой деления 1.0 мм, и имеющей погрешность 4.5 мм на длине 16000-25000 мм. Для уменьшения влияния систематических погрешностей на результат измерения наблюдения проводят в прямом и обратном направлениях. Однако при использовании рулеток более высокого класса точности можно добиться меньших погрешностей.

Полученные результаты измерений для изготовления окон имеют большую погрешность, которая влияет на размеры даже после обработки результатов. Далее, спроектировав “кривое” окно из-за нерегламентированных размеров приходится использовать большее количество монтажной пены для устранения зазоров при установке окна. И потребитель остается в ущербе, так как у него существенно снижается, например, уровень теплоизоляции.

Выходом из данной ситуации мы видим ужесточение требований ГОСТов и другой нормативно-конструкторской документации к снятию размеров при проектировании пластиковых окон. А также применение инструментов и приборов с более высоким классом точности.

Литература

- 1.ГОСТ 7502-89 Рулетки измерительные металлические. Технические условия.
- 2.ГОСТ 26433.2-94 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений.
- 3.ГОСТ 26433.0-85 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения.
- 4.ГОСТ 30674 – 99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия.
- 5.ГОСТ 2643.1-89 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерения. Элементы заводского изготовления.
- 6.ГОСТ 21778 – 88 Система точности геометрических параметров в строительстве. Основные положения.

КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕКЛАМНЫХ УСЛУГ

А.Ю. Чистов, А.А. Сорока, А.В. Смирнов
Научный руководитель – к.т.н. *М.В. Станкевич*
Белорусский национальный технический университет

Качество – основополагающая характеристика продукции любого вида деятельности. Необходимый уровень качества может обеспечиваться двумя способами: косвенным и прямым. Косвенный способ основан на допущении о том, что высокий уровень профессионализма персонала и «совершенные» технологии производства «автоматически» создают высокое

качество продукции. Прямой способ заключается в непосредственном контроле качества продукции, выявлении причин его ухудшения и резервов его повышения.

Как известно [1], в квалиметрии качество любого объекта, в процессе определения уровня качества, представляется в виде иерархической структуры свойств. Количественная оценка качества начинается с измерения (оценки) отдельных свойств, в результате которой все выделенные свойства получают некоторые количественные характеристики, называемые показателями качества.

Цель работы - провести квалиметрическую оценку рекламных услуг. Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

- составить классификацию всех видов рекламы,
- выделить основные показатели качества наружной рекламы,
- сформировать экспертную группу для проведения оценки наружной рекламы,
- оценить весомость показателей качества наружной рекламы,
- определить обобщенный показатель качества, который по своей сути является аналитической моделью качества оцениваемого объекта.

В результате выполнения поставленных задач было:

- выделено три основных группы рекламного сообщения, в которые входят более 20 видов рекламы;
- выделены показатели качества наружной рекламы (более 70 простых свойств), определяющих качество наружной рекламы в целом;
- сформирована экспертная группа (представители рекламного агентства, заказчики и потребители рекламы) для проведения оценки наружной рекламы;
- произведена оценка согласованности экспертной группы (с помощью коэффициента конкордации $W = 0.65$);
- выбраны шкалы для приведения единиц измерения отдельных свойств к одному виду; оценены коэффициенты весомости свойств M_{ij} ;
- произведена количественная оценка весомостей выделенных свойств и определены коэффициенты их весомостей.

На суд экспертов были вынесены следующие свойства:

стоимость, читаемость, запоминаемость, цветной колорит изображения, убедительность, объективность, доказательность, свойство вызывать положительные эмоции.

В результате экспертной оценки наибольшие весомости оказались у убедительности и запоминаемости рекламы, а наименьшая весомость - у стоимости. Данные результаты могут быть приняты во внимание сотрудниками любых рекламных агентств.

Литература

1. Азгальдов Г.Г., Райхман Э.П. О квалиметрии. - М.: Изд-во стандартов, 1973.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕЖУЩЕГО МЕДИЦИНСКОГО ИНСТРУМЕНТА

В.В. Кормильчик

Научный руководитель – к.т.н., доцент ***Е.Г. Зайцева***
Белорусский национальный технический университет

Улучшение качества режущего медицинского инструмента позволит уменьшить время хирургической операции, что благоприятно скажется на здоровье пациента. В связи с этим актуальна задача разработки новых методов контроля и заточки режущего медицинского инструмента. Вышеизложенное можно пояснить следующим примером.

Контроль остроты режущих кромок медицинских скальпелей и ножей проверяют разрезанием дубленой перчаточной кожи по ГОСТ 15092 толщиной от 0,4 до 0,7 мм, натянутой на барабан. Согласно ГОСТ разрез должен быть ровным, без рваных краев. После разрезания трещины и выкрошенные места на режущей кромке не допускаются. Проверка проводится визуально. Обнаружение этих дефектов зависит от свойств зрения. Размеры барабана, на который натягивается дубленая кожа не указаны.

Кроме дубленой кожи применяется замша. Этот материал может изменять свои размеры при различном уровне влажности, что является серьезной причиной погрешностей при контроле.

Ширину режущей кромки измеряют на инструментальном микроскопе БМИ-1 или БМИ-1Ц по ГОСТ 8074. Эти микроскопы дорогостоящи. Настройка, процесс измерения долгий, так как микроскопы не предназначены для этих целей и не дают представления об угле заточки инструмента, что является серьезным недостатком.

Для предупреждения появления трещин и выкрашиваний нужно проводить диагностику материала до и после заточки инструмента. Проводить диагностику можно с помощью ультразвуковых методов. Эти методы дадут представление о различных нарушениях внутренней структуры материала, а также возможность предупреждения.

УСТРОЙСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ

А.М. Лавринович

Научный руководитель – *В.Ф. Холенков*

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Самое первое и наиболее успешное применение технологии изготовления кремниевых микромеханических приборов нашло в производстве чувствительных элементов (ЧЭ) датчиков (преобразователей) давления, которые представляют собой тонкую мембрану со сформированной на ее поверхности группами тензорезистивных элементов.

Такая технология, использующая групповой метод и позволяющая изготавливать большое количество ЧЭ на одной кремниевой пластине, не обеспечивает достаточно высокой воспроизводимости по всей площади пластины и дает высокую вероятность возникновения дефектов в мембранах ЧЭ.

Проведенные нами исследования по выявлению причин возникновения дефектов и повышению качества получаемых ЧЭ, позволили разработать технологию единичного травления кристаллов с оптическим контролем толщины мембраны ЧЭ, когда каждый кристалл обрабатывается отдельно. Разработанная технология обеспечивает получение ЧЭ более высокого качества, значительно снижая вероятность возникновения дефектов в мембранах ЧЭ.

Для обеспечения данной технологии было изготовлено устройство, которое позволяет поддерживать необходимые технологические режимы и вести контроль толщины мембраны ЧЭ в процессе травления кристалла. Устройство представляет собой конструкцию, состоящую из нескольких отдельных блоков. Схематически устройство состоит из следующих узлов: термпарного измерителя температуры раствора травителя, регулируемого источника для питания нагревателя раствора, стабилизированного источника для питания лампы оптической системы контроля толщины мембраны, усилителя оптического сигнала. Управление всеми параметрами производится как в ручном, так и автоматическом режимах. В автоматическом режиме достаточно установить требуемую температуру травителя и необходимую толщину мембраны ЧЭ. Процесс травления проводится автоматически до достижения необходимой толщины мембраны, после чего травление прекращается.

По результатам испытаний прибора предполагаются дальнейшие доработки отдельных узлов. Рассматриваются варианты согласования прибора с вычислительной машиной.

Литература

1. Ваганов В.И. Интегральные тензопреобразователи // М., Энергоатомиздат - 1983.
2. Петерсон К.Э. Кремний, как механический материал // ТИИЭР, том 70, № 5 – 1982.
3. Бейлина Р.А., Грозберг Ю.Г., Довгяло Д.А. Микроэлектронные датчики. Новополоцк, ПГУ - 2001.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРЕТОВ ИЗОТЕРМИЧЕСКИМ ОСАЖДЕНИЕМ ЗАРЯДОВ

О.А. Ермакова

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.А. Сычик*
Белорусский национальный технический университет

В данной работе рассмотрены методы синтеза электретов при постоянной температуре, в основе которых лежит перенос заряда, сопровождающего электрический разряд в воздушном зазоре.

Электризация электрета ограничивается процессами внутреннего и внешнего пробоев, возникающих когда поля образуемых в образце зарядов достигают достаточной величины [1].

Рассмотрена одна из перспективных методик формирования электретных структур - коронным разрядом, ввиду простоты оборудования и высокой скорости процесса заряжения.

Отмечено, что в основе метода коронного разряда лежит перенос заряда из области электрического разряда в воздушном (газовом) зазоре на поверхность диэлектрика. При этом ионы либо передают свой заряд диэлектрику и возвращаются обратно в воздух, либо проникают в приповерхностную область диэлектрика, где фиксируются ионными ловушками [2].

Предложены возможности синтеза электретных структур на основе пленок фторопласта и приведена установка для электризации диэлектриков коронным методом.

Для данного метода формирования электретов рассмотрены зависимости подаваемых напряжений от времени их воздействия на диэлектрический образец, в частности, пленочный фторопласт Ф-10 [3].

Описан метод измерения распределения заряда по поверхности синтезированного электрета - метод емкостного зонда, как наиболее эффективный, ввиду его высокой точности и бесконтактной процедуры измерения.

Приведены данные измерения заряда в сформированных электретных структурах, а также графические зависимости основных параметров исследуемых образцов.

Проанализированы результаты измерения поверхностной плотности заряда в электретах на основе фторопласта и сделаны выводы о том, что методы формирования электретов посредством изотермического осаждения зарядов на поверхность диэлектрика позволяют достигать высокую стабильность поляризации как поверхностных, так и объемных зарядов. Рассмотрены варианты применения короноэлектретов в источниках электрической энергии.

Литература:

1. Электреты / Под ред. Сесслера Г. - М.: Мир, 1983. - 487 с.
2. Губкин А.Н. Электреты. - М.: Наука, 1978.- 192 с.
3. Губкин А.Н., Гамилова Т.Н. Модель электретного состояния у фторопласта-10 // Изв. вузов. Физика. - 1997, т.40, №9. - С.117-118.

ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ К АЛМАЗНЫМ ОСНОВАНИЯМ

В.В. Клихновский

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.В. Баранов*
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В наше время актуальны технологические аспекты проблемы создания мощных полупроводниковых лазеров, которые заключаются в отводе большого количества тепла с малых поверхностей структуры. Для её решения необходимо использовать материалы с хорошей теплопроводностью, такие как природные или синтетические алмазы. Для удобства закрепления и обеспечения электрического контакта поверхность алмаза металлизуют и

затем его закрепляют на теплопроводящем основании из меди, а сверху крепят кристалл. При этом необходимым условием является обеспечение высокой адгезии к алмазному основанию наносимых металлических пленок (в пределах 1-10 МПа). Для обеспечения такой адгезии, система металлизации алмазного основания, кроме пленок с хорошей электропроводностью, должна иметь промежуточный (адгезионный) слой хрома, титана или молибдена.

Нанесение металлических пленок производится методом ионно-лучевого распыления, но сначала производится обработка поверхности пучком ионов аргона с энергией порядка 1 кэВ. Это позволяет значительно улучшить адгезию (на уровне энергии межатомных связей).

Для проведения испытаний на адгезионную прочность систем металлизации алмазных теплопроводов разработана методика измерения и конструкция устройства для измерения адгезии. В конструкцию адгезиометра входят следующие элементы: столик для крепления образцов, маятник, электродвигатель (ЭД), схема управления ЭД, редуктор, шкальный механизм. Двигатель вращаясь опускает столик с закрепленным на нем образцом, припаянная к образцу проволока натягивается и поворачивает маятник, возникающее натяжение улавливается измерительным механизмом и отображается на шкале. При проведении данных испытаний мы рассчитывали получить результаты по величине адгезии пленок Ti-Ni нанесенных на поверхность алмаза. Пленки наносились с помощью ионного источника и имели для Ti-Ni соответственно толщины 20 и 300 нм. На подготовленных образцах припаявались проволочные тяги. Подготовленные образцы закреплялись на подвижном столике и затем производилось измерение. Пайка тяг производилась паяльником. Затем кристалл с припаянной к нему тягой закреплялся в устройстве МПТА-1 в приспособлении закрепления кристалла и фиксировался в нем. Тяга подсоединялась к измерительной головке и производилось измерение усилия отрыва. Величина отрыва контролировалась по шкале устройства. Характер и площадь отрыва оценивался при помощи микроскопа. Величина адгезии находилась в пределах 5-30 МПа. Разброс значений величины адгезии не более 30% и определялся режимами нанесения пленок и процессом пайки.

В процессе выполнения работы отработаны технологические режимы формирования систем металлизации алмазных теплопроводов для мощных лазерных диодов. При проведении исследований использовались разработанные методики по измерению адгезии и теплопроводности металлизированных алмазов в мощных лазерных диодах. Полученные результаты по параметрам сформированных мощных лазерных диодов на основании отработанной технологии нанесения системы металлизации имеют показатели, удовлетворяющие техническим требованиям.

Литература

1. Л.А.Батай, А.К.Беляева, А.А. Демидович, и др. «Мощные инжекционные лазеры для твердотельных лазерных систем». Труды XIII Белорусско-Литовского семинара «Лазеры и оптическая нелинейность» (Минск, 1999) с. 142-146
2. А.П. Достанко, В.В.Баранов, В.Ф.Холенков и др «Эффективные технологические методы формирования тонкопленочных покрытий для посадки кристаллов на охлаждаемое основание» Тезисы докладов 3-го Белорусско-Российского семинара «Полупроводниковые лазеры и системы на их основе», (Минск, 1999), с. 50.

АРХИТЕКТУРНО-БАЗИСНЫЕ РЕШЕНИЯ СЕТЕВЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

С.В. Пытько, В.В. Домасевич

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор ***И.Е. Зуйков***
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время системы контроля и управления доступом (СКУД) применяются как самостоятельные системы, так и как дополнение к существующим системам защиты и охраны.

Т.к. практически не существует литературных источников, позволяющих производить сравнительный анализ возможностей различных СКУД, потребитель часто вынужден ограничиваться информацией из рекламных проспектов, поэтому все действия, начиная от

архитектурно-базисного решения системы контроля доступа на объекте и заканчивая выбором технических средств для ее построения, носят в определенной степени случайный характер.

В докладе рассматриваются архитектурно-базисные решения автономных и сетевых (малой, средней, большой емкости) систем контроля и управления доступом, присутствующих на рынке Республики Беларусь, а также архитектурно-базисные решения наиболее часто используемые при построении интегрированных систем безопасности.

Приводится сравнительный анализ систем, построенных на базе различных архитектурных решений, в том числе, многоуровневая радиально-узловая, клиент-сервер, иерархическая, с разделяемой памятью, с общей памятью, типа петля и т.д [1].

Рассматриваются концепции организации СКУД различных типов объектов, в том числе объектов офисного типа, промышленных предприятий, объектов типа "паркинг", а также дорогостоящих объектов, в которых желательно контролировать некоторые зоны этого объекта круглосуточно (например, сейфы, спец-кнопки и т.п.), невзирая на нахождение и перемещение служащих внутри этих помещений в рабочее время.

Анализ известных СКУД показал, что все они на достаточно высоком уровне решают задачу контроля доступа в пределах охраняемой зоны, при условии, что злоумышленник не прибегает к техническим "ухищрениям", блокирующим подачу сигнала тревоги [2]. Хуже обстоит дело в случае противостояния технически грамотному злоумышленнику, особенно когда приходится контролировать доступ на большие по размерам площади: складские помещения, ангары, заводы и т.д., которые требуют большого количества зон доступа. Для персонала охраны важно не только обнаружить факт несанкционированного доступа в зону, но и следить за ним на разных стадиях его продвижения к цели внутри объекта. В настоящее время эту задачу пытаются выполнить за счет объединения уже имеющихся на объекте охранных средств, рассчитанных для контроля от одной до нескольких зон, системы контроля доступа в охраняемые зоны и системы видеонаблюдения. Однако, возможность полноты реализации требуемых функций, работоспособность, сохранность информации, высокая надежность и устойчивость по несанкционированному доступу к программным средствам такой системы в значительной степени будет зависеть от ее базисно-архитектурного решения.

В докладе показывается влияние архитектурно-базисных решений при построении СКУД объекта на их надежность.

Литература

1. Базы данных. Модели, разработка, реализация. Учебник, Карпова Т.С., Питер, 2001. - 768с.
2. Абрамов А.В. - Системы контроля доступа. - М. : "ОЦ Кудиц образ

ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ БИПОЛЯРНЫМИ КОДАМИ С ПОМОЩЬЮ ПАРАФАЗНОГО ФОТОПРИЕМНИКА

А.И. Свистун, К.Л. Тявловский

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор *В.Б. Яржембицкий*
Белорусский национальный технический университет

При передаче информации по оптоволоконным каналам связи (ОКС) желательно использование кодов с высокими самосинхронизирующими свойствами, при одновременном отсутствии постоянной составляющей в частотном спектре передаваемого сигнала. Поскольку в ОКС отсутствует "положительный" или "отрицательный" уровень сигнала, то используется три его абсолютных уровня: отсутствие света, "слабый" свет, "сильный" свет (рис.1). Анализ показывает, что кроме дополнительных удобств такой способ передачи приводит к энергетическим затратам и ухудшает энергетический баланс канала связи (КС).[1] Для сохранения преимущества импульсных кодов и устранения их недостатков ниже предлагается способ передачи информации биполярными кодами с помощью двухволновых источников света и разработанных нами парафазных фотоприемников (ПФ).[2] Тогда логическая "1" передается светом с одной длиной волны двухцветного светодиода, логический "0" – другой.

Мощность источника света постоянна, что обеспечивает контроль целостности ОКС при сохранении энергетического баланса КС, а длины волн "0" и "1" выбраны приходящимися на противоположные ветви спектральной характеристики ПФ (рис.2).

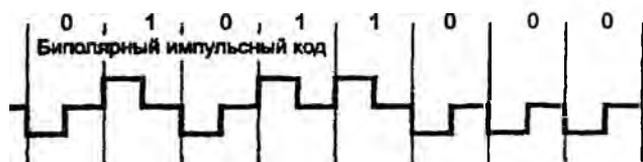


Рис.1. Диаграмма формирования биполярного импульсного кода

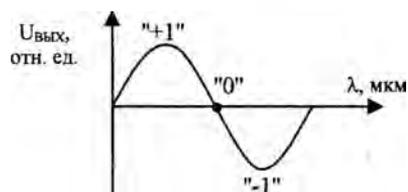


Рис.2. Спектральная характеристика парафазного фотоприемника

Выделение фотоприемником излучения разных длин волн в виде разнополярных электрических импульсов обеспечивает высокую надежность различения "нулей" и "единиц". При этом для формирования "нулей" и "единиц" используется два из трех состояний ПФ (положительный и отрицательный экстремум спектральной характеристики). Это обеспечивает избыточность предложенной системы кодирования и построения КС и повышение информационной емкости КС:

$$C = \Delta F \cdot \log_2 M$$

где M- количество различных состояний информационного параметра.

При желании сохранить как можно больше положительных свойств предлагаемого КС и одновременно сужения частотного спектра передаваемого сигнала предлагается формирование кода 2B1Q при совместном использовании трех состояний ПФ, подключенного к элементарной структурной ячейке "удвоенной" памяти, а также принципов четырехуровневых кодов [3].

Литература

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб: Издательство "Питер", 1999. – 672с.
2. Яржембицкий В.Б., Свистун А.И., Яржембицкая Н.В. Структурные особенности и характеристики фотоэлектрических нуль-детекторов./ Международная научно-практическая конференция "Наука и практика. Диалоги нового века", Набережные Челны, 2003, с. 123-125.
3. Jim Heid, Bill Snyder. Processors Leap Ahead. PC World. 1998, № 1, p. 58- 63.

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

А.С. Бакун, А.И. Свистун

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор **В.Б. Яржембицкий**
Белорусский национальный технический университет

Широко распространены пирометрические методы (ПМ) измерения температуры (T^0), в которых выходной сигнал фотоприемника (ФП) соотносится с определенной энергией (температурой) излучающего тела. Достоинство метода – его бесконтактность и широкий диапазон T^0 . Недостатки ПМ обнаруживаются на аппаратном уровне: для реализации автоматического измерения T^0 путем уравнивания необходимы два оптических измерительных канала (в некоторых модификациях – два идентичных по параметрам и характеристикам ФП). Особенность любого ПМ – обработка сигналов двух излучателей: 1) от излучающего объекта (ИО), 2) от эталонного источника (ЭИ). В модификациях и с одним, и с двумя ФП имеются свои недостатки: в одном случае требуются вспомогательные электронные узлы для сравнения сигналов, в другом – тщательный подбор идентичных по свойствам ФП. Это влечет за собой усложнение способа и устройства, повышение их стоимости, ухудшение

временных характеристик и точности измерения. В разработанном оптоэлектронном методе измерения T^0 используется предложенный нами ранее парафазный фотоприемник (ПФ), сравнивающий излучения ЭИ и ИО на уровне физической и схемотехнической организации самого фотодатчика. В основу измерений положена линейная зависимость фотоэдс ПФ от температуры в соответствии с выражением:

$$U_{\text{вых}} = \frac{kT}{e} \ln \frac{i_{\Phi}}{i_s}$$

где k – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура, e – заряд электрона, i_{Φ} – фототок, i_s – ток насыщения одного из двух барьеров ПФ.

Линейная зависимость $U_{\text{вых}}(T)$ обеспечивается превосходством $i_{\Phi} \gg i_s$. С использованием ПФ возможны и дистанционная, и контактная модификации метода. На рис.1а, б изображены конструкция и спектральные характеристики ПФ при разных напряжениях. Двухбарьерная конструкция ПФ обеспечивает прием сигналов как ЭИ, так и ИО одним и тем же фоточувствительным элементом. Конструкция фототоков 2-х барьеров сопровождается компенсацией измерительного и эталонного сигналов (нулевым фотоответом) и управляется напряжением (рис.1,б). Таким образом, уравнивание происходит за счет внутренних фотоэлектрических процессов и не требует использование вторичных электронных преобразователей. На рис.2. приведена градуировочная кривая $T^0(V)$ для кремниевого ПФ, из которой следует, что диапазон измерения T^0 в данном случае заключен между 470°C – 950°C .

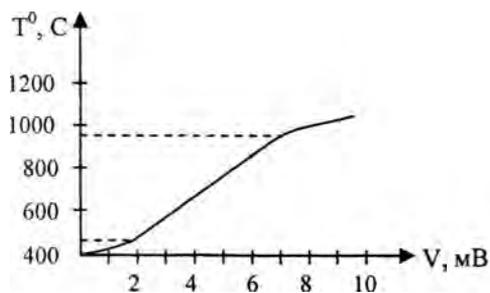
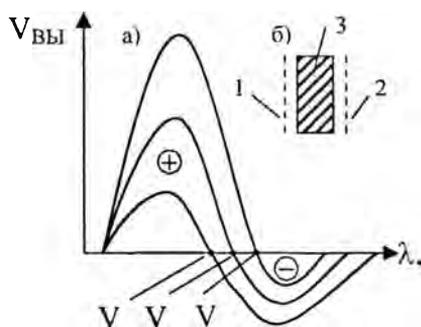


Рис.1. Спектр фотоэдс (а) и конструкция ПФ (б): Рис.2. Градуировочная кривая $T^0(V)$
 $V_1 > V_2 > V_3$; 1,2 – барьеры ПФ, 3 – база ПФ

Точность измерения составила $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, если уровень стабилизации V составил $\pm 0,2\%$. Изменение диапазона температур данным методом возможно путем подбора ширины запрещенной зоны полупроводника.

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕРТИФИКАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ НЕСМЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

О.А. Кузьмина, М.В. Осадник

Научный руководитель – д.ф.-м.н., доцент *С.П. Сернов*
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в светотехнике в качестве альтернативных источников света широко используются светодиоды (СД). Наиболее динамично развивающейся областью их применения является автомобильная светотехника, поскольку твердотельные СД обладают неоспоримыми преимуществами по сравнению с лампами накаливания по устойчивости к механическим воздействиям.

Возрастающая светоотдача СД позволяет прогнозировать их широкое применение в качестве излучателей несменных источников света сигнальных и осветительных устройств транспортных средств всех типов.

В условиях серийного производства контроль качества несменных источников света при проведении периодических испытаний по методу однократной, или двухкратной выборки предполагает проверку светотехнических характеристик. Поскольку согласно требованиям Правил ЕЭК ООН, проверка светотехнических характеристик проводится после 30 минутной выдержки несменных источников света в рабочем режиме, то проведение испытаний даже по выборочному методу, оказывается достаточно рутинной процедурой. Поэтому представляет практический интерес разработка методики оценки качества несменных источников света без предварительной 30 минутной наработки, в течение которой обеспечивается температурная стабилизация их излучения.

С этой целью проводились исследования люксамперных характеристик несменных источников света в условиях, как импульсного возбуждения, так и на постоянном токе. При этом, поскольку длительность импульса составляет несколько миллисекунд, то изменяя значения коэффициента заполнения можно обеспечить требуемое усредненное значение интенсивности излучения при неизменной температуре источника света. Это исключает перегрев образца, обеспечивая максимально возможную интенсивность излучения холодного образца I_{cold} , и соответствует условному режиму "cold". Повторное фотометрирование несменных источников проводится в режиме постоянного тока после 30 минутной наработки, определяя значение интенсивности излучения термостабилизированного образца I_{hot} , что соответствует режиму "hot". Величина отношения интенсивностей излучения (I_{cold}/I_{hot}) характеризует изменение интенсивности излучения несменных источников в результате температурного гашения люминесценции светодиодов. Зависимость отношения (I_{cold}/I_{hot}) от тока инжекции является поправочной функцией, позволяющей оценивать реальное значение интенсивности термостабилизированного несменного источника света по результатам их испытаний в импульсном режиме.

Экспериментально исследовано влияние температуры окружающей среды на величину отношения (I_{cold}/I_{hot}) в зависимости от конструктивного исполнения несменного источника света. Показано, что для корректного сравнения полученных значений силы света с требованиями Правил ЕЭК ООН необходимо дополнительно учитывать температурное гашение люминесценции светодиодов при максимальной температуре окружающей среды.

Использование данного подхода при проведении массового контроля качества несменных источников света значительно сокращает время и упрощает методику проведения испытаний.

Литература:

1. AN 1149-4. Thermal Management Considerations For Super Flux LEDs. www.lumiled.com.

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ НАГРЕВ ДЛЯ ПАЙКИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ

А.В. Хандогин

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.Л. Ланин*

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Электромагнитный нагрев при пайке в электронике за счет поверхностного эффекта отличается высокой скоростью, бесконтактностью и локальностью. Эффективность нагрева зависит от электрофизических свойств материалов деталей, частоты тока, конструкции индуктора и др. Тепловая энергия локализуется в тонком слое, глубина которого определяется проникновением токов высокой частоты.

Качество паяных соединений в процессах высокочастотной пайки зависит от следующих факторов: скорости нагрева деталей и припоя, избирательности и локальности

высокочастотного нагрева, регулируемости нагрева во времени и по сечению паяемых деталей. Скорость нагрева в электромагнитном поле в зазоре магнитопровода зависит от материала детали и конструктивных особенностей излучателей.

Переменное электромагнитное поле создавалось в зазоре магнитного сердечника, обмотка которого подключалась к генератору. Параметры воздействия на выходе генератора контролировались приборами: вольтметром в7-40 и частотомером ч3-67. Температура в рабочей зоне измерялась с помощью термопары х-к, прикрепленной к детали и измерителя температуры щ-4540. Напряженность магнитного поля в зазоре магнитопровода оценивалась по величине наведенной эдс в измерительной рамке.

Исследования зависимости напряженности поля в зазоре магнитопровода сечением 4-10 см² индуктора от мощности эм нагрева в диапазоне частот 22 – 66 кгц и величины тока подмагничивания показали, что напряженность поля линейно растет от величины мощности, а влияние тока подмагничивания существенно сказывается после 10 а.

Анализ зависимостей температуры в рабочей зоне от времени нагрева и коэффициента перекрытия зазора, показал, что на первом этапе нагрева (до 10 с) скорость нагрева составляла 60 °с/с, в дальнейшем скорость уменьшилась до 20 °с/с, что объясняется увеличением потерь энергии в окружающую среду за счет излучения, а при коэффициенте перекрытия зазора $k_{\text{п}} > 1$ рассеяние тепла происходит с большей скоростью.

Материалы с низкой электропроводностью при оптимальном перекрытии зазора испытывают нагрев со скоростью до 50 с/с. Скорость нагрева образцов деталей из латуни лс-54-1 толщиной 0.25 мм и стали ст.10 толщиной 0.5 мм в зазоре магнитопровода с ростом частоты падает, поскольку уменьшается напряженность электромагнитного поля и, соответственно, выделяемая мощность.

Результаты исследований позволили определить оптимальные технологические параметры вч нагрева деталей в индукторе с незамкнутым магнитопроводом: $f=20$ кгц, $h=2.5 \cdot 10^4$ а/м, $k_{\text{пер}}=1$. Для повышения качества паяных соединений за счет увеличения площади растекания припоя и более полного заполнения им капиллярных зазоров в соединении с момента начала растекания припоя до окончания пайки паяемому изделию сообщали низкочастотные вибрации путем подачи переменного тока подмагничивания частотой 50-400 гц и амплитудой 1-10 а в индуктирующую обмотку. Амплитуда вибраций деталей составляла 0,5 – 1,0 мм.

Нагрев в эм поле в диапазоне частот 1200 – 1500 кгц характеризуется большей зависимостью от величины мощности и электрофизических характеристик материалов. При мощности нагрева 1 квт напряженность поля составляет $4.5 \cdot 10^4$ а/м, а время пайки магнитных материалов – 5 с.

Электромагнитный нагрев в зазоре магнитопровода использован с большой эффективностью при пайке контактов и жгутов при сборке плат электронной аппаратуры, герметизации пайкой металлокерамических корпусов больших интегральных схем и микросборок.

ТРЕБОВАНИЯ ЭРГОНОМИКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Г.Г. Шуляк

Научный руководитель — к.т.н., доцент *И.Н. Савёлов*
Белорусский национальный технический университет

Эргономичное решение задачи проектирования новых информационных систем, в широком смысле, представляет собой установление гармоничного взаимоотношения между трудящимся субъектом (человеком-оператором) и ближайшими элементами окружающей его производственной обстановки. В данной работе приводятся результаты анализа обзора современных требований эргономики и способов их реализации при разработке новых

информационных систем. Показано, что основным фактором, вызывающим утомление, является интегральная экстенсивность напряженности деятельности (нагрузка). Помимо абсолютной величины нагрузки на степени развития утомления оказывает влияние еще ряд факторов, среди которых необходимо выделить следующие:

- статический или динамический характер нагрузки;
- интенсивность нагрузки, т.е. ее распределение во времени;
- постоянный и ритмический характер нагрузки.

Статическая физическая нагрузка при прочих равных условиях ведет к большему развитию утомления, чем динамическая, причем субъективное ощущение усталости в этом случае выражено особенно отчетливо.

Время наступления утомления и его выраженность зависят от степени интенсивности нагрузки следующим образом: при увеличении интенсивности нагрузки утомление наступает раньше, при уменьшении интенсивности нагрузки - время наступления утомления не изменяется (в последнем случае производительность труда значительно снижается, что невыгодно). Существует определенная оптимальная интенсивность нагрузки, при которой утомление развивается медленнее всего.

Показано, что системы, разработанные с учетом требований эргономики, позволяют оператору фокусироваться на собственных задачах, а не особенностях взаимодействия с системой. Эргономичные информационные системы проще изучить, они более эффективны, позволяют минимизировать количество человеческих ошибок и увеличить субъективную удовлетворенность пользователей. Это особенно проявляется при разработке пользовательского интерфейса, т.к. разработчики не всегда учитывают то, что основополагающим понятием в психологии интерфейса информационной системы является ассоциативная модель, то есть такая модель, каждый элемент которой вызывает у человека-оператора ассоциацию с соответствующим элементом реальной системы. Реализация такого положения позволяет решить несколько проблем. Во-первых, человек-оператор сразу попадает в знакомую ему среду. Во-вторых, ему не нужно каждый раз заглядывать в руководство, чтобы узнать, как выполнить те или иные действия. Это понимание должно вытекать из возникающих у него ассоциаций. В-третьих, у человека-оператора возникает чувство комфорта, как при встрече с чем-то знакомым, и дальнейшее ознакомление с системой доставляет ему удовольствие.

Небольшое отклонение от оптимальных эргономических условий приводят к серьезным функциональным нарушениям двух основных типов: а). синдрому хронической усталости RSI (repetitive strain injury), часто наблюдаемому в среде специальностей, характерной чертой которых является необходимость в длительном приложении однообразных усилий, и представляющему собой комплексное нарушение деятельности опорно-двигательной, нервной систем и системы кровообращения; б). синдрому CTS (carpal tunnel syndrome), являющемуся типом нейро-травматического поражения мускулатуры и сухожилий кистей рук, сопровождающемуся частичной потерей чувствительности, которому особенно подвержены сотрудники, длительно использующие клавиатуры и графические манипуляторы, а также представители рабочих специальностей в областях интенсивной эксплуатации ручных силовых инструментов.

В заключении приводятся основные повреждающие здоровье факторы при работе человека-оператора и способы их минимизации. Отмечено влияние на создание комфортных условий работы правильного подбора цвета пользовательского интерфейса, оборудования, окружающего пространства.

ФЕМТОСЕКУНДНЫЙ Yb:KY(WO₄)₂ ЛАЗЕР С НЕПРЕРЫВНОЙ ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ

А.Е. Трошин, В.Э. Кисель

Научный руководитель – д.ф.-м.н. *Н.В.Кулешов*
Белорусский национальный технический университет

В последние несколько лет вырос интерес к простым и надежным фемтосекундным лазерным системам с диодной накачкой. Лазерные импульсы с высокими пиковыми мощностями таких систем находят применение для множества практических приложений. Среди них - трехфотонная микроскопия, нелинейная спектроскопия, синхронная накачка оптических параметрических генераторов для фемтосекундных перестраиваемых источников работающих в ИК области, эффективный и простой способ получения УФ-излучения посредством применения каскада внешних однопроходовых преобразователей частоты излучения.

Для получения мощных фемтосекундных лазеров с пассивной синхронизацией мод требуется активная среда, обладающая рядом свойств: широкая полоса усиления, сравнительно большое поперечное сечение усиления и хорошая теплопроводность. До недавнего времени такие лазеры были продемонстрированы только на кристаллах Ti:Al₂O₃ [1], Yb:KGW [2] и стекле с неодимом [3].

В данной работе исследовался кристалл Yb:KY(WO₄)₂ имеющий уникальные свойства: широкая полоса усиления, поперечное сечение усиления больше, чем в Yb:YAG, очень низкие тепловые потери (около 4%). Высокое сечение поглощения на длине волны 981 нм дает возможность использовать для накачки промышленно выпускаемые лазерные диоды (ЛД).

Схема лазерного резонатора, использовавшегося для экспериментов представлена на рисунке 1. В качестве активного элемента использовался кристалл Yb:KY(WO₄)₂ с концентрацией ионов Yb³⁺ 10 ат.% и толщиной 2 мм, установленный под углом Брюстера. Кристалл был закреплен на медном теплоотводе, который охлаждался водой. Для накачки использовался ЛД с волоконным выходом (диаметр волокна 100 мкм) мощностью 8 Вт. Излучение накачки фокусировалось внутрь кристалла в пятно размером 110x220 мкм, при этом размер моды резонатора в кристалле составлял 100x200 мкм. Для получения режима пассивной синхронизации мод использовалось зеркало с насыщением поглощения (SESAM).

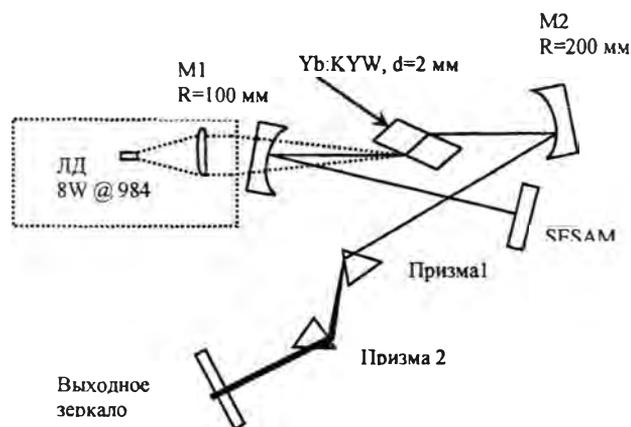


Рис. 1. Схема лазерной установки.

В непрерывном режиме (без призм в резонаторе и с высокоотражающим зеркалом вместо SESAM) выходная мощность лазера на длине волны 1040 нм составила 1.5 Вт, для выходного зеркала с пропусканием 4.5% на длине волны 1040 нм. В режиме синхронизации мод средняя выходная мощность была около 600 мВт, для выходного зеркала с пропусканием 1.5 % на длине волны генерации. Были получены импульсы с частотой следования 153 МГц, длительностью менее 500 фс и пиковой мощностью более 8 кВт.

Литература

1. Z. Liu, S. Izumida, S. Ono, H. Ohtake, and N. Sarukura, Appl. Phys. Lett. 74, 3622 (1999).
2. F. Brunner, G.J. Spuhler, J. Aus der Au, L. Krainer, F. Morier-Genoud, and R Paschotta, Opt. Lett. 25, 1119 (2000).
3. J. Aus der Au, F.H. Loesel, F. Morier-Genoud, M. Moser, und U. Keller, Opt. Lett. 23,271 (1998).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ СВОЙСТВ ЛАЗЕРНЫХ КРИСТАЛЛОВ

А.Г. Селиванов

Научный руководитель – д.ф.-м.н. *К.В. Юмашев*
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в связи с использованием лазерных кристаллов для генерации сверхкоротких импульсов света актуальным является изучение их нелинейных свойств, в частности нелинейного показателя преломления n_2 . Для решения этой проблемы создан экспериментальный комплекс для определения величины и знака n_2 на основе лазера на $\text{Nd}^{3+}:\text{YAlO}_3$ с пассивной синхронизацией мод с твердотельным затвором. Длина волны излучения составляет 1.079 мкм. Длительность импульса контролируется при помощи автокоррелятора [1, 2] на основе эффекта неколлинеарной генерации второй гармоники. Длительность импульса составляет примерно 20 пс. Фактор, характеризующий качество лазерного пучка определяется с помощью ПЗС-матрицы ($M^2=1.2$).

На рис.1 приведена схема комплекса. Измерение n_2 осуществляются по методу Z-сканирования [3, 4]. Излучение лазера 1 пройдя частично отражающее зеркало фокусируется линзой 2. Исследуемый образец 3 помещается в ход луча на каретке с шаговым двигателем 4, который управляется компьютером 5. Пройдя диафрагму 6 излучение регистрируется фотоприемником 7. Запуск оцифровки сигнала осуществляется при помощи синхронизирующего фотоприемника 8. Информация от коррелятора 9 и ПЗС матрицы 10 также обрабатывается компьютером 5.

Комплекс опробирован путем проведения измерения для лазерного кристалла $\text{Yb}^{3+}:\text{KY}(\text{WO}_4)_2$, величина n_2 для которого известна [5]. В дальнейшем планируется определение нелинейного показателя преломления и двухфотонного поглощения для других лазерных кристаллов, а в перспективе – исследование дисперсии n_2 .

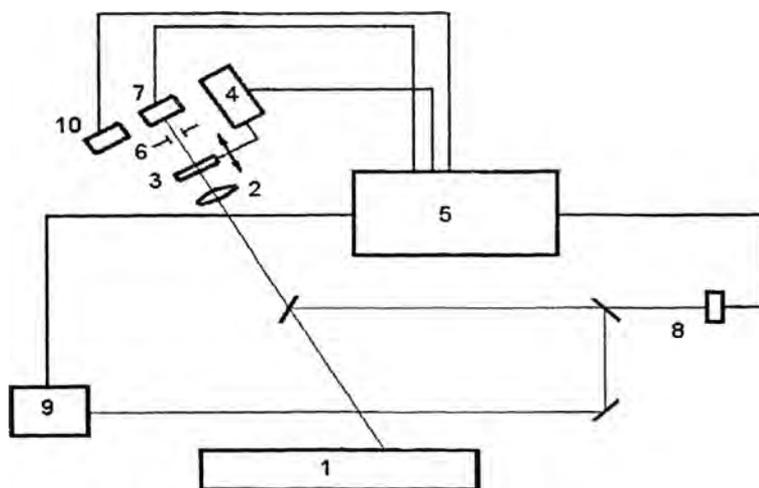


Рис 1. Схема комплекса для исследования нелинейных свойств лазерных кристаллов

Литература

1. А. Г. Селиванов, К. В. Юмашев, *ФКС-Х*, 293-294, 2002.
2. А. Г. Селиванов, К. В. Юмашев, *Оптика-2002*, 118-119, 2002.
3. М. Sheik-Bahae, Ali A. Said, Tai-Huei Wei and all, *IEEE J. of Quantum Electron*, vol. 26, No 4, 760-769, 1990.
4. J. Wang, M. Sheik-Bahae, A. A. Said, D. J. Hagan, E. W Van Stryland, "Time-resolved Z-scan measurements of optical nonlinearities" *J. Opt. Soc. Am. B*, 1009-1017, vol. 4, No 6, 1994
5. K. V. Yumashev, N. N. Posnov, P. V. Prokoshin and all, "Z-scan measurements of nonlinear refraction and Kerr-lens mode-locking with $\text{Yb}^{3+}:\text{KY}(\text{WO}_4)_2$ ", *Optical and Quantum Electronics* 32: 43-48, 2000.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЬЦЕВОГО ЛАЗЕРА, РАБОТАЮЩЕГО В РЕЖИМЕ ЧАСТОТНОЙ ПОДСТАВКИ

А.В. Исаев

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор *И.Е.Зуйков*
Белорусский национальный технический университет

Одним из наиболее простых и эффективных методов моделирования измерительных систем построенных на основе кольцевых лазеров (КЛ) является использование реальных имитационных моделей, основанных на источниках электрических колебаний [1]. Такие модели не имеют допущений и приближений, присущих математическим моделям, и в тоже время значительно снижают стоимость работ на этапе проектирования конечных измерительных систем.

Целью данной работы является подтверждения действенности данного метода моделирования, заключающееся в сравнении и анализе данных, полученных в результате имитационного моделирования КЛ, работающего в режиме частотной подставки с реальной измерительной системой.

Работа системы построенной на основе КЛ работающего в режиме частотной подставки с учетом различных характеристик сигнала подставки, а также основные математические зависимости такой системы описана в работе [2].

С учетом особенностей измерений экспериментальная схема имитационной модели представлена на рис.1. Источник электрических колебаний 1 имеет управляющий вход, на который возможна одновременная подача нескольких управляющих сигналов, позволяющих изменять частоту выходного сигнала. Второй источник колебаний выполнен со стабильной частотой. Перемножитель сигналов с системой дополнительных фильтров выделяет низкочастотную составляющую сигналов от двух источников колебаний, которая, после преобразования по закону $f \rightarrow U$, подается на канал Y регистрирующего прибора. Для получения выходной характеристики системы в схеме используется источник сканирующего напряжения, сигнал с выхода которого подается на канал X регистрирующего прибора и на один из управляющих входов первого источник электрических колебаний.

Результаты исследования имитационной модели представлены на рис.2. Кривая 1 получена в состоянии, когда амплитуда и частота сигнала подставки ниже по сравнению с амплитудой и частотой подставки при получении кривой 2. Кроме этого можно заметить, что нулевая зона захвата у кривой 2 уже, чем у первой и величина ее изменения пропорциональна амплитуде сигнала подставки, что полностью соответствует реальной измерительной системе.

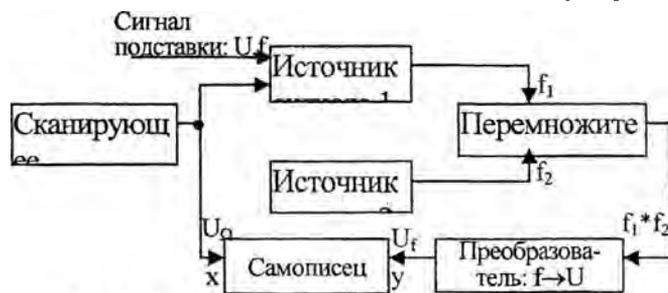


Рис.1. Функциональная схема имитационной модели КЛ, работающей в режиме подставки

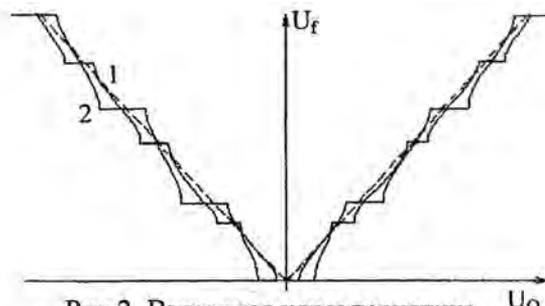


Рис.2. Выходная характеристика имитационной модели.

Литература:

1. Исаев А.В. Имитационное моделирование кольцевого лазера, Результаты III международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 2003.
2. Хошев И.М. Теоретические исследования параметрических эффектов в газовых кольцевых лазерах: Дис.канд.техн.наук./ НИИПФ - М.: 1977.

ПАССИВНЫЕ ЗАТВОРЫ НА ОСНОВЕ СИТАЛЛОВ С ИОНАМИ КОБАЛЬТА ДЛЯ 1,3-МКМ НЕОДИМОВОГО ЛАЗЕРА С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ

Ю.В. Волк

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент *А.М. Маляревич*
Белорусский национальный технический университет

В последнее время в лазерной технике происходит переход от громоздких лазерных систем с ламповой накачкой к компактным и дешевым в эксплуатации системам с накачкой полупроводниковыми лазерами. Большой интерес вызывают лазеры, генерирующие в спектральном диапазоне 1,3 мкм, которые находят применение в системах зондирования атмосферы, дальнометрии, передачи информации. Кроме того, излучение 1,3-мкм лазера может быть преобразовано с помощью внутривибриатора ВКР в излучение 1,5 мкм диапазона для использования в телекоммуникации.

В работе представлены результаты по модуляции добротности $\text{Nd:KG}(\text{WO}_4)_2$ лазера (длина волны генерации $\lambda=1,35$ мкм) с диодной накачкой, полученные с помощью насыщающихся поглотителей на основе ситаллов, легированных ионами двухвалентного кобальта. Ситаллы – это аморфные структуры, в которых в процессе приготовления образуются кристаллические фазы малого размера. И, соответственно, спектроскопические свойства ситаллов определяются условиями приготовления (составом исходного материала, концентрацией оксида кобальта в нем и температурой термообработки). Так, например, образцы с большей концентрацией CoO имеют более высокий коэффициент поглощения на длине волны генерации, но при этом у них наблюдаются более высокий уровень остаточных (непросветляемых) потерь. В тоже время состав исходного материала определяет такие важные характеристики насыщающегося поглотителя, как время релаксации просветленного состояния τ и сечение поглощения из основного состояния σ .

В связи с этим для экспериментов по модуляции добротности $\text{Nd:KG}(\text{WO}_4)_2$ лазера были использованы образцы магний-алюмосиликатных ситаллов с концентрацией CoO – 0,1, 0,05 и 0,03 весовых % и образец цинк-алюмосиликатного ситалла с концентрацией CoO – 0,1%. Данные образцы обладают привлекательными нелинейно-оптическими характеристиками для работы в качестве пассивных лазерных затворов: длительное время релаксации просветленного состояния $\tau = (300\div 700)$ нс, высокое значение сечения поглощения из основного состояния $\sigma \approx 4 \times 10^{-19}$ см² и пренебрежимо малое значение сечения поглощения из возбужденного состояния на длине волны 1,35 мкм. При использовании указанных пассивных затворов получено лазерное излучение средней мощностью до 18 мВт с длительностью импульсов около 250 нс и эффективностью преобразования энергии в режим модуляции добротности до 40% при максимальной накачке.

С использованием балансных уравнений проведено моделирование результатов работы $\text{Nd:KG}(\text{WO}_4)_2$ лазера в режиме модуляции добротности. (Рис. 1б, сплошная и пунктирная линии).

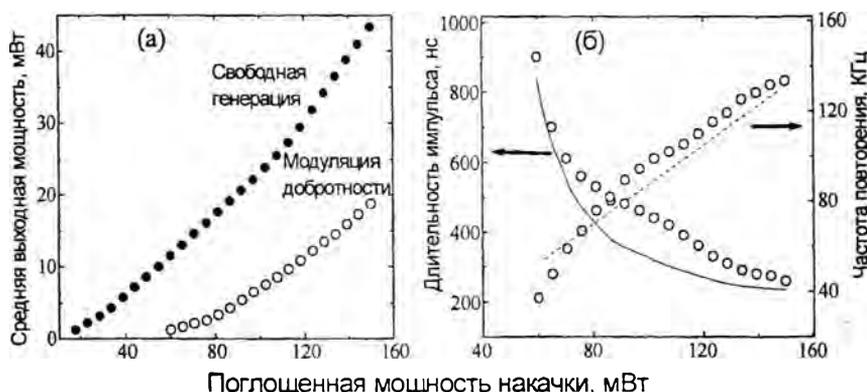


Рис 1. Выходные характеристики режима пассивной модуляции добротности $\text{Nd:KG}(\text{WO}_4)_2$ лазера с диодной накачкой.

ФОРМИРОВАНИЕ МУАРОВЫХ КАРТИН ПРИ МАЛЫХ ДЕФОРМАЦИЯХ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯХ

А.В. Исаев, С.В. Проскурнина, И.В. Валенциц

Научный руководитель – *В.Э. Малаховская*

Белорусский национальный технический университет

Муаровые растровые датчики характеризуются высокой разрешающей способностью и широко применяются в измерительной аппаратуре для исследования малых пространственных перемещений, при изучении упругих и пластических деформаций. Метод муаровых полос основан на эффекте образования картин чередующихся темных и светлых полос, возникающих при прохождении света через систему двух сопряженных оптических растров (измерительного и индикаторного), один из которых жестко связан с исследуемым объектом. Закономерность наблюдаемого чередования определяется геометрией и комбинационным сопряжением этих растров. При этом можно зарегистрировать поле деформаций по всей поверхности исследуемой детали в виде картины муаровых полос. В этом случае деформация одного из растров определяется деформацией данной детали. Возникающие муаровые полосы являются линиями уровня некоторых физических величин (перемещений, деформаций и т.п.). Таким образом, исследуемая величина оказывается заданной в виде картины своих линий уровня. Вдоль линий уровня она остается постоянной, а при переходе от одной муаровой полосы к соседней изменяется на некоторую постоянную величину. На основе фотоэлектрических схем регистрации и анализа муаровой картины разрабатываются различные растровые датчики [1,2].

В данной работе приведены результаты макетирования и исследования системы двух

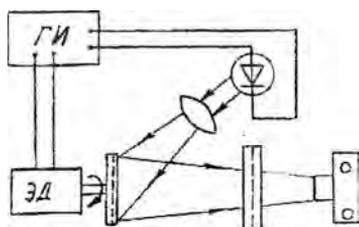
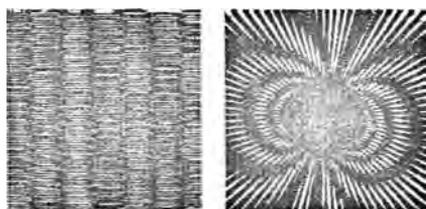


Рис.1. Оптическая схема установки

сопряженных оптических растров. Выполнен расчет и синтезированы оптические растры на основе различных семейств линий (радиальные, прямые, и др.) с одинаковыми и отличающимися периодами и с оптическим пропусканием 0,5. Экспериментальная установка собрана на базе оптической скамьи (рис.1). В качестве элемента привода использовался электродвигатель типа ДПМ, на оси которого крепились исследуемые образцы растров. В специальном юстировочном устройстве, выполненном с возможностью перемещения относительно оптической оси установки, помещался неподвижный растр. Такое крепление позволяло

достаточно точно совмещать центры подвижного и неподвижного растров. Управление



режимами работы двигателя и системы подсветки осуществлялась с помощью блока ГИ. Для регистрации муаровых картин в наших экспериментах применялся фотоаппарат «Зенит», укрепленный на оптической скамье. На рисунке приведены муаровые картины, соответствующие различным схемам сопряжения линейных, радиальных и концентрических растров.

Рассмотрены случаи сопряжения растров различного типа. Получены и проанализированы характерные муаровые картины, возникающих при наложении двух синтезированных растров в условиях малых деформаций (биений) и перемещений. Компьютерное исследование выполнено с применением пакета прикладных программ Autocad.

Литература

1. Теокарис П. Муаровые полосы при исследовании деформаций. - М.: Мир, 1972. –335 с.

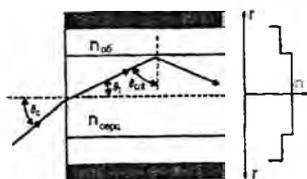
МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ВВОДА ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ОПТОВОЛОКНО

И.Ю. Развин, Е.В. Ясюк

Научный руководитель – к.ф.-м.н. **В.В. Черный**
Белорусский национальный технический университет

Волоконно-оптические элементы, находят широкое применение в информационно-измерительных системах различного функционального назначения. Основной задачей в таких схемах является создание эффективных устройств ввода излучения в световодный канал. Одним из решений данной задачи может быть использование микролинз. При этом необходимо обеспечить не только получение качественного оптического контакта микролинзы с оптическим волокном, но и возможность корректировки такого оптического согласования. В представляемом докладе рассматриваются результаты экспериментального исследования оптических параметров сопряжения микролинзы со ступенчатым оптическим волокном.

На рис.1 приведена оптическая схема ступенчатого световолокна. Излучение, падающее



на торец световолокна под углом $\Theta > \Theta_{ср}$, распространяется в световолокне под углом $0 < \Theta_1 < \Theta_{crit}$ к его оси. Угол Θ_{crit} является углом полного внутреннего отражения на границе сердечник-оболочка. Для ступенчатого световолокна числовая апертура $NA = (n_{серц}^2 - n_{об}^2)^{1/2}$. На входе световолокна возникают значительные потери излучения, поступающего на его торец. Получение наибольшей эффективности ввода излучения в световолокно

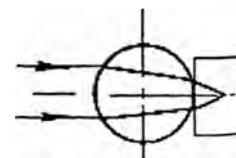
решается в нашей работе применением микролинз в виде шара. Оптические параметры такой сферической линзы определяются, прежде всего, ее диаметром (D) и показателем преломления оптического материала (n), в ней выполняется условие круговой симметрии [1].

Пусть на такую линзу, находящуюся в оптической среде с показателем преломления ($n_{ср}$), падает параллельный пучок света диаметром (d). Фокусное расстояние рассматриваемой линзы можно рассчитать по следующей формуле:

$$F = nD / 4(n - n_{ср})^2$$

Необходимо отметить, что в зависимости от значений n и $n_{ср}$ реализуются различные режимы работы рассматриваемой системы: при $n > n_{ср}$ - собирающая линза, $n < n_{ср}$ - рассеивающая линза и при $n = n_{ср}$ - аналог плоскопараллельной пластинки. Числовая апертура исследуемой линзы определяется соотношением d/D и разностью $(n - n_{ср})$: $NA = 2d(n - n_{ср})^2 / nD$

Таким образом, используя оптическую среду с управляемым значением $n_{ср}$, можно получить сферическую линзу с изменяющимся фокусным расстоянием F . В качестве такой среды в экспериментах применялись нематические жидкие кристаллы, значение показателя преломления которых зависит от воздействия на них управляющих полей различной физической природы [2]. При формировании оптического контакта сферическая линза помещалась непосредственно на торец световолокна, как показано на рисунке.



Установлено, что эффективный ввод излучения в световолокно соответствует условию, когда значение NA линзы меньше числовой апертуры используемого светового волокна. В эксперименте применялись образцы микролинз различных диаметров (0,3 ... 0,06 мм), в качестве источников излучения использовался газовый (He-Ne) лазер.

Литература

1. Бегунов Б.Н., Заказнов Н.П. Теория оптических систем. – М.: Машиностроение, 1973. – 488 с.
2. Блинов Л.М. Электро- и магнитооптика жидких кристаллов. – М.: Наука, 1978. – 350 с.

ПРОСВЕТЛЕНИЕ СТЕКОЛ, ОКРАШЕННЫХ ЧАСТИЦАМИ СЕЛЕНИДОВ МЕДИ

С.А. Золотовская

Научный руководитель – д.ф.-м.н. *К.В. Юмашев*
Белорусский национальный технический университет

В последние годы интенсивно исследуются нелинейно-оптические свойства наночастиц полупроводниковых соединений, внедренных в стеклянные матрицы. Это обусловлено тем, что данные материалы интересны как с точки зрения физики низкоразмерных структур, так и в прикладном аспекте. Одно из направлений их применения – нелинейно-оптические устройства.

Данная работа посвящена исследованию просветления стекол, содержащих наночастицы селенидов меди, различной стехиометрии. Матрица представляет собой кварцевое стекло, приготовленное с использованием золь-гель технологии.

Исследование стекол с помощью электронной микроскопии показало присутствие внутри стекла наночастиц со средним радиусом 30 нм и разбросом по размеру ~30%.

Спектры линейного поглощения серии исследуемых образцов стекол, содержащих наночастицы селенидов меди, приведены на рис. 1. Образцы различаются, прежде всего, положением полосы поглощения в ближней ИК-области, в то время как общий вид спектров сходен для всей серии образцов: наряду с указанной полосой в видимой области наблюдается край фундаментального поглощения характерный для исследуемого селенида меди.

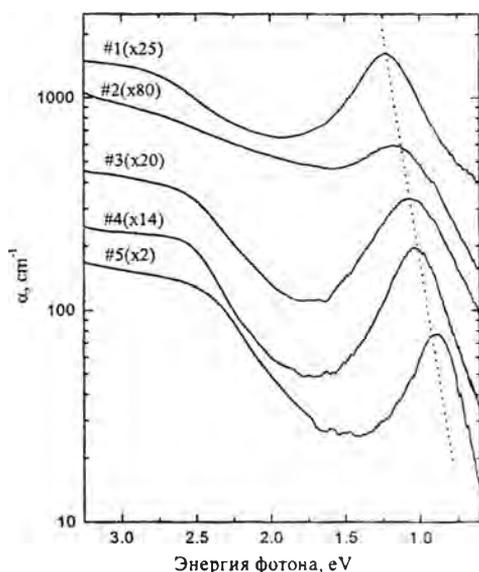


Рис. 1 Спектр поглощения стекол, содержащих наночастицы Cu_xSe

Кинетика просветления образцов стекол измеряется методом пикосекундного возбуждения-зондирования с помощью абсорбционного спектрометра на базе лазера с пассивной синхронизацией мод. Кинетика релаксации наведенного просветления носит одноэкспоненциальный характер. Величина τ в зависимости от образца находится в пределах от 0.15 пс до 1.24 нс. Для исследуемых наночастиц Cu_xSe со смещением положения максимума полосы поглощения в область больших энергий происходит закономерное уменьшение времени релаксации просветления.

Совокупность полученных данных по насыщению поглощения наночастиц Cu_xSe в стекле позволяет проследить зависимость величины остаточного поглощения в просветленном состоянии от спектрального положения возбуждающего излучения по отношению к максимуму просветляемой полосы. Очевидно, что остаточное поглощение минимально в спектральной области, соответствующей максимуму полосы поглощения, и возрастает при все более сильной отстройке от него длины волны возбуждения.

Изучены энергетические и кинетические характеристики просветления стекол, содержащих наночастицы селенида меди Cu_xSe различной стехиометрии, при возбуждении импульсами с энергией квантов, обеспечивающей эффективное поглощение за счет полосы в низкоэнергетической части спектра. Частицы характеризуются различным положением максимума поглощения в низкоэнергетической области, и характерное время релаксации просветления, соответствующего насыщению поглощения в данной полосе, уменьшается от 1.4 до 0.15 нс при вариации максимума от 1.23 до 0.89 эВ, соответственно, а пиковое поперечное сечение поглощения возрастает от 0.7×10^{-17} до 17.6×10^{-17} см². Наблюдаемые особенности связываются с появлением внутризонных уровней разной химической природы.

ЗЕРКАЛЬНО-ЛИНЗОВАЯ СИСТЕМА ПРИЕМНОГО КАНАЛА ЛАЗЕРНОГО ДАЛЬНОМЕРА

В.И. Крумкач

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Н.К. Артюхина*
Белорусский национальный технический университет

В сегодняшнем мире уровень развития лазерной техники в любом государстве – один из основных показателей его индустриального и военного могущества. Одним из высокотехнологичных лазерных приборов является лазерный дальномер – устройство, измеряющее дальность до предмета по времени между зондирующим и отраженным импульсом. Важной частью приемного канала лазерного дальномера является оптическая система, поскольку она отвечает за сбор отраженного излучения и дальнейшую его транспортировку на фотоприемное устройство в условиях малой интенсивности этого излучения.

В данной работе проводится исследование оптической системы, которая должна обеспечивать прием лазерного излучения с длиной волны 1570 нм, отраженного от цели и его фокусировку на фоточувствительной площадке фотоприемника, а также спектральную фильтрацию фонового излучения.

Предлагаем в качестве исходного варианта зеркально-линзовую систему типа Кассегрена с афокальным компенсатором, находящимся в параллельном пучке лучей, и линзовую систему для переноса изображения (она необходима для создания параллельного пучка лучей, в котором находится интерференционный фильтр, обеспечивающий пространственную фильтрацию фона). Расчет проводили в области аббераций третьего порядка.

На первом этапе исследования был произведен габаритный расчет системы Кассегрена, в ходе которого определили ее конструктивные параметры. На втором этапе произвели расчет афокального компенсатора с целью устранения аббераций (сферической и комы), которыми обладает система Кассегрена. Последняя поверхность компенсатора совмещена со вторым зеркалом системы Кассегрена. Расчет велся по методике описанной в литературе [1].

Третий этап исследования – расчет системы переноса изображения, которая нужна для формирования параллельного пучка лучей и последующей фокусировкой его в плоскость фотоприемника. В параллельном пучке будет находиться интерференционный фильтр. Система переноса изображения состоит из двух двухлинзовых компонентов. Первый компонент формирует параллельный пучок (т.е. его передний фокус совмещен с задним фокусом объектива), а второй его фокусирует. Расчет ведем по методике описанной в литературе [2] с учетом исправления сферической абберации и комы.

Для фильтрации фонового излучения провели расчет интерференционного фильтра, который состоит из узкополосного (23 слоя) и двух отсекающих фильтров (23 и 15 слоев). Фильтр срезает следующие участки спектра: 400 – 1560 и 1580 – 1900 нм. Методика расчета описана в [3].

Анализ качества изображения проведенный с помощью программы OPAL показал, что остаточная сферическая абберация стремится к нулю, продольная сферическая абберация не превышает 0.2% от фокусного расстояния объектива, кружок рассеяния равен 32 мкм. Это говорит о том, что система дает достаточно высокое качество изображения.

Литература

1. Чуриловский В.Н. Теория хроматизма и аббераций третьего порядка. – Л.: Машиностроение, 1968. – 312 с.
2. Слюсарев Т.Т. Расчет оптических систем. – Л.: Машиностроение, 1966. – 561 с.
3. Павлова В.Т. Оптика тонких пленок и технология их нанесения: Учебное пособие для студентов приборостроительного факультета. Часть I. – Минск, БПИ, 1986. – 110 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕРКАЛЬНЫХ АНАСТИГМАТОВ

О.И. Панько

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Н.К. Артюхина*
Белорусский национальный технический университет

В связи с расширением спектрального диапазона работы оптических приборов, естественен интерес, проявляемый к чисто зеркальным системам.

Двухзеркальные системы достаточно хорошо изучены. К сожалению, они не удовлетворяют всем тем требованиям, которые предъявляются к системам для фотографирования по конструктивным соображениям или по коррекционным возможностям. Трехзеркальные системы обладают хорошими габаритными соотношениями и откорригированы в отношении сферической аберрации, комы и астигматизма, в некоторых вариантах устранена кривизна изображения. Недостатком этих систем является то, что не всегда возможно получать объективы с удобным положением плоскости изображения. Четырехзеркальные конструкции позволяют получать удачные схемные решения, светосильные объективы с увеличенным полем зрения.

В предлагаемой работе проводится классификация по типам, классам и модификациям зеркальных систем, исправленных в отношении трех основных аберраций III порядка.

Возможны четыре типа трехзеркальных систем в зависимости от знака высоты нулевого луча на втором и третьем зеркалах, причем могут быть также варианты с планоидными зеркалами:

$$1) h_2 > 0, h_3 > 0, \alpha_4 = -1; \quad 2) h_2 < 0, h_3 > 0, \alpha_4 = -1;$$

$$3) h_2 > 0, h_3 < 0, \alpha_4 = 1; \quad 4) h_2 < 0, h_3 < 0, \alpha_4 = 1.$$

Четырехзеркальные системы классифицируются на два вида в зависимости от размеров второго зеркала. Системы I класса имеют диаметр второго зеркала принципиально больше диаметра входного зрачка (шифр 43-2Б обозначает наличие четырех отражений и определяет относительный размер второго зеркала). В этом классе возможны четыре типа зеркальных анастигматов в зависимости от высоты нулевого луча на третьем и четвертом зеркалах, а также две модификации с параллельным ходом луча между вторым и третьим зеркалами. В системах II класса первое и второе зеркала всегда вогнутые, а второе и третье зеркала меняют форму своей поверхности от вогнутой до выпуклой, причем размер первого зеркала определяется диаметром входного зрачка (шифр 43-1Б).

Системы II класса можно разделить на два типа:

I тип – системы с параллельным ходом лучей между вторым и третьим зеркалами, т.е.

$$\alpha_3 = 0;$$

II тип – системы, создающие промежуточное изображение между вторым и третьим зеркалами, $\alpha_3 \neq 0$.

Литература

1. Mikhelson N.N. Three-mirror telescope anastigmats. Opt. Acta. 1982, v.29, № 7.
2. C.L.Wyman, D.Korsch. Aplanatic twomirror telescopes. A systematic study. Apl. Opt., 1990, v.4, № 4.
3. Артюхина Н.К., Богатко А.В. «Двухзеркальный анастигмат с плоским полем изображения». Журнал «Мир технологий», № 3, 2003.

ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Д.В. Крутоголов

Научный руководитель – с.н.с. *Н.М. Казючиц*
Белорусский государственный университет

Предложена лабораторная работа, включающая в себя экспериментальную установку и методическое описание, которая может быть использована в спецпрактикуме по физике твердого тела и полупроводников. Целью данной работы является изучение излучательной рекомбинации в полупроводниках, исследование и анализ спектров излучения светодиодов из арсенида галлия (GaAs), фосфида галлия (GaP), карбида кремния (SiC) и твердого раствора $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$; определение значения ширины запрещенной зоны и процентного содержания GaP в $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$ на основе полученных результатов.

Экспериментальная установка состоит из следующих приборов: звукового генератора (ГЗ-33), набора светоизлучающих узлов со светодиодами (АЛ115А, КЛ101А, EL1224UGC, EL1224USOC, EL1224UYC), монохроматора (ИКС-21), фотоприемного узла с кремниевым фотодиодом (ФД-24К), селективного усилителя сигнала (У2-8), синхродетектора (К 3-2), самописца (Н 307). Питание светодиодов осуществляется синусоидальным напряжением, подаваемым с генератора, и обеспечивающим модуляцию оптического сигнала. Частота модуляции выбирается в диапазоне частот звукового генератора за исключением частоты кратной 50 Гц. Излучение светодиода падает на входную щель призмического монохроматора, где разлагается в спектр, составляющие которого подаются на фотоприемный узел. Регистрация оптического сигнала осуществляется кремниевым фотодиодом. Формируемый фотодиодом электрический сигнал усиливается селективным усилителем, настроенным на частоту генератора, детектируется синхродетектором и выводится на двухкоординатный самопишущий прибор.

Светоизлучающий узел представляет собой сменную насадку на входную щель монохроматора, что обеспечивает точную юстировку и дает возможность быстро заменять объект исследования. Электрическая цепь светоизлучающего узла состоит из последовательно соединенных светодиода и выпрямляющего диода, включенных в прямом направлении, и нагрузочного резистора. Сопrotивление резистора было выбрано таким образом, чтобы обеспечить рабочий ток светодиода при максимальном напряжении питания на генераторе. Это предохраняет светоизлучающий узел от случайного выхода из строя.

В методическом описании к лабораторной работе изложены основные представления о люминесценции в полупроводниках и механизмах излучательной рекомбинации. Частный случай люминесценции – электролюминесценция – рассматривается с точки зрения контроля и характеристики полупроводников. В процессе выполнения лабораторной работы необходимо:

1. Люминесцентным методом определить ширину запрещенной зоны полупроводников, из которых изготовлены светодиоды. Метод основан на нахождении границы краевого излучения по пересечению касательной к низкоэнергетическому спаду полосы люминесценции с нулевым фоном.

2. Найти процентное содержание GaP в твердом растворе $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$, используя график зависимости ширины запрещенной зоны твердого раствора $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$ от молярной доли GaP.

ЛАЗЕР НА КРИСТАЛЛЕ $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$ С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ

А.Е. Трошин, В.Э. Кисель

Научный руководитель – д.ф.-м.н. *Н.В. Кулешов*
Белорусский национальный технический университет

В последние годы повышенный интерес вызывают кристаллы ZnSe , легированные ионами Cr^{2+} , как эффективные лазерные материалы в средней ИК области спектра. Широкий диапазон перестройки длины волны излучения лазеров на основе $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$ (от 2 до 3 мкм) дает возможность использования их в медицине, дальнометрии, газовом анализе. К настоящему времени продемонстрированы лазеры на кристаллах $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$, работающие при комнатной температуре и имеющие эффективность более 60%, выходную мощность свыше 10 Вт и диапазон перестройки 1100 нм [1]. Различные варианты диодной накачки $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$ -лазера описаны в работах [2-4]; достигнуты максимальные значения выходной мощности и эффективности 105 мВт и 35%, соответственно. В данной работе представлены результаты исследований лазера на кристалле $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$, непосредственно накачиваемого полупроводниковыми диодами на длине волны 1,77 мкм.

Лазерные эксперименты проводились с полусферическим резонатором, состоящим из выходного зеркала с радиусом кривизны 50 мм и плоского глухого зеркала. В качестве источника накачки использовались восемь лазерных диодов на основе InGaAs , излучение которых доставлялось посредством волоконного волновода с диаметром 247 мкм и числовой апертурой 0.2. Выходная мощность излучения из волокна составила 2 Вт на длине волны 1770 нм. В эксперименте использовалась продольная схема накачки активного элемента $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$ толщиной 2.5 мм, с коэффициентом поглощения 16 см^{-1} на длине волны накачки. На грани активного элемента просветляющего покрытия не наносилось. Кристалл $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$ располагался на медном радиаторе без активного охлаждения. Накачка фокусировалась внутрь кристалла в пятно размером 220 мкм.

Максимальная выходная мощность составила 152 мВт при пропускании выходного зеркала около 8% на длине волны 2500 нм. Эффективность по отношению к поглощенной мощности накачки составила около 35%. Пороговое значение мощности накачки – около 630 мВт.

Максимально возможная эффективность при накачке на длине волны 1.77 мкм составляет около 71%. Один из источников различия между полученным и теоретически возможным значениями, вероятно, заключается в низком качестве пятна излучения накачки и плохом перекрытии между модой резонатора и пучком накачки (диаметр TEM_{00} моды в кристалле составлял 120 мкм). Учитывая сильную температурную зависимость показателя преломления ZnSe , значительная термическая нагрузка может быть еще одной причиной снижения эффективности генерации.

Литература

1. I.T. Sorokina, "Crystalline Mid-Infrared Lasers", Topics in Applied Physics, 89, 219-255 (2003).
2. R.H. Page, J.A. Skidmore, K.I. Schaffers, R.J. Beach, S.A. Payne, W.F. Krupke, "Demonstration of diode-pumped and grating tuned $\text{ZnSe}:\text{Cr}^{2+}$ lasers", in OSA Trends in Optics and Photonics, C.R. Pollock and W.R. Bosenberg eds., Vol.10 of OSA Proceedings Series (Optical Society of America, Washington DC, 1997), pp.208-210.
3. E. Sorokin, et.al., "Tunable diode-pumped continuous-wave $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$ laser", Appl. Phys. Lett., 80, 3289-3291 (2002).
4. M. Mond, et. al., "Laser Diode Pumping at 1.9 μm and 2 μm of $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$ and $\text{Cr}^{2+}:\text{CdMnTe}$ ", Optics Letters, Vol.27, Iss.12, 1034-1036 (2002).

СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗЕРКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТИВОВ С ПЕРЕМЕННЫМ ФОКУСНЫМ РАССТОЯНИЕМ

А.В. Богатко

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Н.К. Артюхина*
Белорусский национальный технический университет

В оптическом приборостроении нашли широкое применение линзовые системы переменного увеличения и вариообъективы на их основе. Однако во многих случаях, в частности для работы в широком спектральном диапазоне при отсутствии большого выбора материалов, прозрачных в требуемой области спектра, целесообразно применение зеркально-линзовых и зеркальных объективов с переменным фокусным расстоянием. Как показал аналитический обзор, системы переменного увеличения, содержащие отражающие компоненты, недостаточно изучены, поэтому поиск и исследование новых схемных решений таких систем представляет теоретический и практический интерес.

В предлагаемой работе изложены три варианта построения зеркальных объективов с переменным фокусным расстоянием. Первый – создание системы со скачкообразной переменной фокусного расстояния путем смены одного из компонентов. На примере работы двухзеркального зафокального объектива в комбинации с телескопической системой Мерсенна показано, что, применяя сменную телескопическую систему с различным увеличением при постоянном фокусирующем объективе, можно получить несколько дискретных значений фокусного расстояния всей системы. Второй вариант – создание двухзеркальной системы с плавным изменением фокусного расстояния (панкратической), имеющей неподвижную плоскость изображения, что достигается путем независимого перемещения зеркал объектива вдоль оптической оси. В этом случае изменение оптической силы системы происходит вследствие изменения воздушного промежутка между зеркалами. Третий способ – комбинированный вариант системы со скачкообразным и плавным изменением фокусного расстояния. Если оптическая система состоит из сменной телескопической системы и панкратического объектива, тогда, применяя афокальные системы с различным увеличением при постоянном панкратическом объективе, можно получить несколько дискретных диапазонов плавного изменения фокусного расстояния.

В работе приведены сводки формул для габаритного расчета всех вариантов систем, даны их конструктивные параметры. С точки зрения коррекции aberrаций зафокальный объектив является апланатическим, в системе Мерсенна исправлены сферическая aberrация, кома и астигматизм, следовательно, зеркальные объективы со скачкообразной переменной фокусного расстояния будут являться апланатами. Исследование aberrационных свойств двухзеркальных панкратических объективов показало, что, вводя асферические поверхности, в системе возможно исправить сферическую aberrацию и кому при каком-то определенном значении фокусного расстояния. Однако при других его значениях меняются условия работы компонентов, что приводит к ухудшению aberrационного состояния системы. Таким образом, в двухзеркальных панкратических объективах из-за малого числа коррекционных параметров достаточно сложно получить удовлетворительное качество изображения во всем диапазоне фокусных расстояний.

Литература

1. Артюхина Н.К., Богатко А.В. Расчет некоторых типов двухзеркальных зафокальных объективов. // РЖ – 18Л – Оптика и лазерная физика. – 1997. - №11.
2. Слюсарев Г.Г. Расчет оптических систем. Л.: Машиностроение, 1975.-635 с.
3. Кудрина Н.К. К расчету зеркальных панкратических систем. Рукопись депонирована ВИНТИ, 12.5, 1976, №1641-76 ДЕП.
4. Чуриловский В.Н. Теория оптических приборов. М.- Л.: Машиностроение, 1966.-569 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ЛАЗЕРНО-РЕАКТИВНОГО ДВИЖЕНИЯ МАКРООБЪЕКТОВ

В.А. Арабей, А.Н. Галябович, И.Ю. Развин
Научный руководитель – к.ф.-м.н. *Ю.В. Развин*
Белорусский национальный технический университет

Реализация идеи создания лазерного реактивного двигателя (лазерного движителя) становится реальной при достигнутом прогрессе в создании мощных лазерных систем. Прежде всего, это направление перспективно для космических исследований. Лазерно-реактивный метод имеет главное преимущество в том, что источник энергии (лазер) находится вне движущегося аппарата и, соответственно, уменьшается вес этого аппарата. Исследования динамики лазерно-реактивного движения, оптимизация энергетических и механических характеристик лазерных реактивных систем, улучшение их конструктивных параметров являются актуальной задачей.

В представляемой работе сообщается о результатах экспериментов по изучению движения макрообъектов (моделей) под действием импульсного лазерного излучения. Эксперименты выполнялись на установке с действующим макетом рубинового лазера. Выполненные исследования собранного макета лазера позволили установить оптимальный режим его работы. В лазере применялся рубиновый элемент, размеры активной части которого составляли $8\text{мм} \times 120\text{мм}$. В качестве формирователей временной структуры излучения мы применяли пассивный затвор на основе раствора криптоцианина в этаноле и ячейку с поглощающим раствором. Эти элементы помещались в оптический резонатор лазера. Максимальное значение энергии генерации достигало 3Дж, общая длительность импульса излучения не превышала 10^{-7}с . Энергетические и временные параметры излучения регулировались путем изменения накачки рубинового элемента и подбора пропускания используемых ячеек. В качестве движущегося аппарата мы использовали модели с различным креплением: на воздушной подвеске или на плавающей платформе. Модели выполнялись из бумаги, вес этих моделей варьировался в зависимости от конструкции 0,3...4г.

Подробно рассмотрен режим лазерной катапульты, когда макету сообщался начальный импульс под действием лазерного излучения. Сфокусированный лазерный луч направлялся на специальную мишень, установленную на модели. Лазерные импульсы, действуя на мишень, формируют реактивную тягу. В работе проанализировано влияние свойств материала и конструкции мишени, характеристик лазерного излучения и условий его фокусировки на процесс преобразования лазерной энергии в механическую и уровень возникающей реактивной тяги. Приведены оценки параметров лазерно-реактивного движения исследуемых моделей. Предложена теоретическая модель для анализа движения макрообъекта под действием лазерно-реактивной тяги. В рассматриваемом приближении выполнения законов сохранения получены простые формулы, описывающие связь параметров лазерного излучения с характеристиками механического движения исследуемого макрообъекта.

ЗЕРКАЛЬНЫЙ ИМИДЖ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ ЕГО КОРПОРАТИВНОГО ИМИДЖА

Ф.В. Тугбаева

Научный руководитель – к.э.н., доцент **И.Н. Юхневич**
Белорусский государственный экономический университет

Позитивный корпоративный имидж предприятия - неотъемлемый компонент делового успеха предприятия. Он в немалой степени повышает конкурентоспособность предприятия на рынке, поскольку привлекает потребителей и партнеров и открывает доступ к информационным, финансовым, материальным и человеческим ресурсам. Известно, что корпоративный имидж формируется по-разному для различных групп общества и представляет собой синтез представлений о предприятии, присущих этим группам. При этом, одной из особенностей корпоративного имиджа предприятия представляется то, что он нуждается в особой специальной разработке и постоянной оценке и коррекции с целью превращения реального имиджа предприятия в позитивный. Работа над корпоративной идентичностью столь важна, что нередко ведет к структурным изменениям, к смене управляющих или репозиционированию организации, стремящейся обслуживать другие рынки.

Наряду с такими составляющими корпоративного имиджа как имидж предприятия у потребителей, его бизнес-имиджем, социальным, внутренним имиджем и имиджем предприятия для госструктур, можно выделить также "зеркальный" имидж – представление руководства предприятия об имидже данного предприятия.

Здесь необходимо отметить, что инициатива обеспечения работы по формированию позитивного имиджа предприятия находится прежде всего в руках самого руководства и, следовательно, генеральной задачей должно быть сближение зеркального имиджа предприятия с его реальным имиджем, и затем, превращение зеркального имиджа в позитивный имидж, который усилит рыночный успех предприятия.

Оценка корпоративного имиджа часто проводится на основе экспертного опроса представителей соответствующих групп восприятия и сотрудников предприятия. Методы экспертного оценивания в данном случае, как и для широкого круга других не поддающихся формализации проблем в различных сферах человеческой деятельности, представляются эффективным и единственным средством их решения. Зеркальный имидж предприятия также оценивается по результатам экспертного опроса высшего руководства предприятия. Как показала практика проведения маркетинговых аудитов, на большинстве российских предприятий зеркальный имидж заметно отличается от реального в сторону приближения к позитивному имиджу, хотя итоговые оценки по структурным составляющим корпоративного имиджа у экспертов и руководства предприятий совпадают.

Итак, формирование позитивного корпоративного имиджа предприятия, постоянная забота о слиянии зеркального имиджа предприятия с его реальным имиджем, является длительным и многосторонним процессом, требующим больших усилий. Однако, только такая позиция может привести к реальному и прочному успеху.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ БЕЛОРУССКОЙ ПРОДУКЦИИ.

В.С. Вертинская

Научный руководитель – к.э.н., доцент **Е.В. Гурина**
Белорусский национальный технический университет

Основными факторами, сдерживающими рост объемов производства промышленной продукции и потребительских товаров, являются снижение спроса на отечественную продукцию на внутреннем и внешнем рынках из-за низкой конкурентоспособности, сложное финансовое положение промышленных предприятий и острый недостаток в оборотных

средствах для возобновления очередных производственных циклов. Низкая конкурентоспособность белорусской продукции обусловлена также отсталостью технологической базы производства (из более чем 6 тыс. базовых технологий лишь 5,2% относится к высоким), запредельным моральным и физическим износом основных фондов, прежде всего оборудования. Все это ведет к увеличению числа убыточных предприятий и организаций, рост сумм их убытков. На 1 августа 2003 года 36,7% от общего числа предприятий. Для полноценного обновления активной части основных фондов предприятий в 2004г. необходимо инвестировать более 230 млн. USD. Но ситуация с инвестициями достаточно плачевная. В то время как западные соседи каждый год привлекают все больше иностранного капитала примерно 2300\$ с 1989 -- 2001г. прямых иностранных инвестиций на душу населения, в РБ это 132\$ на человека, почти половина из которых - российские деньги. Основными причинами являются: ограниченные инвестиционные возможности предприятия в связи с ухудшением их финансового положения, недостаточно привлекательный для иностранного капитала климат, чрезмерное бюрократическое вмешательство госструктур в экономическую деятельность предприятия и др.

Для решения этих проблем на уровне предприятия приводится реструктуризация по следующим направлениям: совершенствование технологической структуры промышленности и системы управления качеством; развитие научных, технологических, интеграционных процессов, включая развитие внешнеэкономических отношений, поиск и освоение новых рынков сбыта продукции.

Принимаются меры и на уровне государства. Программой социально-экономического развития РБ на 2001-2005гг. определены следующие приоритеты развития: информационные технологии, микроэлектроника, приборостроение, точное машиностроение, техника для сбыта и здравоохранения, биологические и тонкие химические технологии, новые материалы различного назначения, высокоточная техника и технологии для оборонной промышленности.

В качестве главных средств реализации приоритетов определены: активизация структурной перестройки экономики; ускоренное развитие наукоемких, ресурсосберегающих отраслей, а также развитие сферы услуг; государственная поддержка инноваций и важнейших инвестиционных проектов, обеспечивающих повышение уровня конкурентоспособности экономики; внедрение эффективного механизма инвестирования в экономику, в т.ч. в новую амортизационную политику, концентрацию ресурсов на приоритетных направлениях.

Стоит лишь дать импульс, ведь приобретенный опыт переходного периода, контакты и опыт отношений с другими странами, стремление перехода к западным стандартам, выгодное территориальное положение, высококвалифицированный персонал дают возможность для эффективных преобразований в экономике Республики Беларусь.

ПРОМЫШЛЕННАЯ СОБСТВЕННОСТЬ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРОДУКЦИИ

М.В. Минько

Научный руководитель – к.э.н., доцент *Е.В. Гурина*
Белорусский национальный технический университет

Трансформация экономики республики связана с развитием высокотехнологичных отраслей. В решении задач структурной перестройки экономики Республики Беларусь при ограниченных сырьевых и энергетических ресурсах, первостепенная роль принадлежит промышленной собственности, способной обеспечить непрерывное обновление технологической базы производств, освоение и выпуск принципиально новой или модифицированной конкурентоспособной продукции. Поэтому промышленная собственность, как и вся в целом интеллектуальная собственность, стала играть роль ценнейшего стратегического актива, орудия конкурентной борьбы.

Это обусловлено тем, что возможности повышения конкурентоспособности производства и продукции традиционными методами ограничены. Здесь оказывает влияние значительная

степень износа оборудования в промышленности, которая через 5-10 лет грозит привести к массовому выбытию производственного аппарата. Кроме того, загрузка производственных мощностей существенно снизилась и в некоторых случаях составляет лишь 50%. Отечественным предприятиям, работающим в условиях постоянной борьбы за выживание, зачастую невозможно осуществить модернизацию производства или его перевооружение.

Одновременно промышленная собственность обеспечивает рост и постоянное омолаживание производства. Каждый активно используемый на предприятии патент или промышленный образец вносят новизну в технологию производства или в изделие. Однако в среднем за 5-7 лет это новшество морально устаревает и на его смену приходит новое изобретение - это непрерывный процесс. Создавая объекты промышленной собственности, позволяющие усовершенствовать выпускаемую продукцию, предприятия тем самым увеличивают жизненный цикл этой продукции, продлевая фазу роста или устойчивости, и получают дополнительную прибыль, которую могут направить на разработку новых товаров. Омолаживание бизнеса происходит за счет воспроизводства новых и уже адаптированных к нему идей. Внедряя в производство промышленную собственность, предприятиям для производства новых и конкурентоспособных товаров не всегда могут потребоваться совершенно новые технологическое оборудование и элементная база. Есть много технических решений, которые могут быть воплощены в конечной продукции с помощью существующего оборудования и не требуют радикального изменения ее элементной базы.

Кроме того, создавая конкурентоспособную продукцию на базе объектов промышленной собственности, предприятия получают возможность получения дополнительного дохода от монопольного владения новыми технологиями, которые могут использоваться как самостоятельный товар. Использование предприятиями в своей деятельности промышленной собственности обеспечивает их такими конкурентными преимуществами, как : контроль рынка; освоение новых рынков; более высокая цена товара; снижение издержек; защита в случае жесткой ценовой конкуренции.

ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

О.К. Прохорчик

Научный руководитель – к.э.н., доцент *П.В. Мелюшин*
Белорусский национальный технический университет

В Республике Беларусь понимание практической ценности интеллектуальной собственности (далее - ИС) на предприятиях выражается в стремлении зарегистрировать товарный знак, запатентовать изобретение, полезную модель или промышленный образец. Как свидетельствует статистика, число подаваемых заявок и выданных патентов постоянно растет. Однако, регистрация прав – это хотя и важный, но всего лишь единственный шаг в комплексе мер по управлению ИС.

Управление ИС предприятия – это способ извлечения из нее максимальных конкурентных преимуществ. Выделим основные объекты управления ИС на предприятии: создание и накопление интеллектуального потенциала предприятия, выявление и определение форм и методов правовой охраны объектов интеллектуальной собственности (ОИС), коммерциализация ИС, формирование интеллектуального капитала предприятия, пресечение нарушений, защита прав на ОИС.

Охрана ОИС должна проводиться выборочно. Например, в мировой практике патентуются решения предназначенные для: собственного потребления, других отраслей, для которых изобретение может представлять интерес, продажи лицензии по непрофильным изделиям, коммерческого использования с оставлением патента у себя.

Основным способом коммерциализации ОИС является заключение лицензионных соглашений на их продажу и использование. При продаже все имущественные права переходят к иному юридическому или физическому лицу, при заключении лицензионного соглашения на

право пользования – в объеме, определяемом договором, без изменения патентообладателя.

ОИС можно использовать и как вклад в уставной фонд. В качестве вклада в уставной фонд могут быть внесены и права пользования ОИС, оформленные соответствующим лицензионным договором. В развитых странах ОИС используются в качестве гарантийного обеспечения (залога) при получении кредитных ресурсов. В Республике Беларусь еще не было прецедента, когда банковские учреждения учитывали ОИС в качестве высоколиквидных активов. Это связано прежде всего с «непонятной» стоимостью этих активов. Кредитные учреждения не имеют в своем арсенале четких методик оценки ОИС и для них такие активы являются слишком рисковыми.

На следующем этапе формируется так называемый «патентный портфель» предприятия. Его целями могут быть: защита от конкурентов с помощью получения как можно большего количества охранных документов; возможность на законном основании контролировать рынок, на котором действуют полученные патенты. Развитие и использование ОИС через стратегию максимального лицензирования, нахождение оптимального баланса между накоплением интеллектуальной собственности и ее расходованием – важнейшее требование на этом этапе.

Эффективное использование ОИС невозможно без пресечения их незаконного применения. Серьезной проблемой здесь представляется оценка объемов взыскания причиненных убытков при незаконном использовании ОИС. В соответствии с гражданским законодательством в состав убытков входят расходы, понесенные потерпевшим, утрата или повреждение его имущественных прав, а также расходы, которые он мог получить при обычных условиях оборота (так называемая упущенная выгода).

ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

А.М. Крук

Научный руководитель – *Т.И. Серченя*

Белорусский национальный технический университет

Необходимость оценки стоимости основных фондов, в том числе машин и оборудования, объясняется тем, что рыночная экономика по своему существу есть стоимостное хозяйство: в ней все отношения начинаются и завершаются определением стоимости. Без знания реальных рыночных цен всех видов активов функционирование рыночного хозяйства невозможно.

Основная задача оценки всегда одна: какова, в данный момент в текущем уровне цен реальная, рыночная стоимость оцениваемого имущества.

В настоящее время существуют следующие классические методы, применяемые для оценки основных фондов:

- метод рыночных сравнений;
- затратные методы;
- метод капитализации дохода.

Метод рыночных сравнений основан на принципе подстановки или замещения, который подразумевает, что разумный инвестор не заплатит за оцениваемое имущество больше, чем стоит его приобретение на открытом, свободном и конкурентном рынке аналогичного нового объекта с учётом поправок на физический и функциональный износ и экономическое устаревание объекта оценки. Главной проблемой метода являются трудности с получением необходимой информации – текущих рыночных цен на машины и оборудование, а также с выбором аналогов.

С помощью затратного метода определяют стоимость воспроизводства или восстановительную стоимость. Метод включает в себя оценку машин и оборудования на основе ресурсно-технологических моделей, индексов цен или динамических рядов индексов цен и нормативно – параметрической оценке. Проблемы метода заключаются в сложности построения моделей, необходимости наличия нормативной базы, а также в использовании индексов средних цен или усреднённых коэффициентов переоценки по широким группам

машин и оборудования.

Основная предпосылка метода капитализации дохода заключается в том, что экономическая ценность какого – либо объекта в настоящем обусловлена возможностью получать с помощью этого объекта доходы в будущем. Метод основан на преобразовании дохода от владения и использования имущества в течение некоторого расчётного периода времени его стоимость. Основной проблемой метода является вычисление интегральных показателей эффективности, что представляет собой не простую задачу, трудно разрешимую вне компьютерных технологий.

В заключение следует отметить, что самый оптимальный вариант – когда удаётся получить оценки несколькими методами сразу, используя все три подхода. Затем, сопоставляя оценки, можно с уверенностью выбрать окончательное значение стоимости основных фондов. Однако на практике приходится обычно довольствоваться применением одного подхода, поэтому в настоящее время существует необходимость создания некоего “интегрирующего” метода, включающего положительные стороны существующих и дающего достаточно точную оценку стоимости основных фондов.

СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

П.С. Ростовцев

Научный руководитель – д.э.н., профессор *М.В. Радиевский*
Белорусский национальный технический университет

В сложившейся экономической ситуации в Республике Беларусь, в условиях открытой экономики важнейшей задачей промышленных предприятий является производство и сбыт рентабельной продукции для реализации основной цели их деятельности – получения прибыли. Таким образом, затрагиваются вопросы конкурентоспособности и рентабельности продукции, которые невозможно рассматривать без изучения проблемы затрат на производство и реализацию продукции.

Себестоимость продукции промышленного предприятия представляет собой стоимостную оценку использованных в процессе изготовления продукции природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных средств, нематериальных активов, трудовых ресурсов и других затрат на ее производство и реализацию. В связи с вышеизложенным, себестоимость играет важнейшую роль при ценообразовании. Но, вместе с тем, определение себестоимости занимает особое место при формировании фискальной политики государства.

На сегодняшний день в зависимости от источников покрытия расходы подразделяются на: включаемые в себестоимость продукции (работ, услуг), относимые на уменьшение (увеличение) балансовой прибыли, подлежащей налогообложению, возмещаемые из чистой прибыли, покрываемые за счет иных целевых источников.

Состав затрат включаемый в себестоимость играет важнейшую роль при определении суммы прибыли, подлежащей налогообложению и регулируется законодательно. Основными задачами законодательного регулирования в области определения себестоимости являются: регламентация состава и структуры затрат, включаемых в себестоимость продукции, обеспечение единообразия в исчислении экономически обоснованной величины затрат, необходимой для производства и реализации продукции, определение порядка формирования себестоимости продукции по основному виду деятельности на предприятиях Республики Беларусь.

Изучение структуры себестоимости также представляет определенный интерес. При наблюдении за динамикой структуры себестоимости в течение определенного времени, можно выявить первоочередные организационно-технические мероприятия по снижению себестоимости выпускаемой продукции. Так, на предприятиях белорусского машиностроительного комплекса наибольший удельный вес в полной себестоимости имеют затраты на материалы и ПКИ. Эта ситуация заставляет более тщательно подходить как к

проблеме нормирования расхода материалов при выпуске продукции, находящейся в производстве, так и к проблеме выбора варианта конструкции при проектировании новых видов продукции.

При этом следует учитывать, что в ближайшем будущем не ожидается увеличение уровня рентабельности из-за роста цен на приобретаемые в России материалы и комплектующие, повышения тарифов на потребляемые энергоресурсы в связи с выравниванием официального и реального курса доллара. К тому же поднимать цены на продукцию заводов не позволяет жесткая конкуренция на основных рынках сбыта. С учетом этого основным направлением деятельности всех служб предприятия будет обеспечение эффективного использования всех видов ресурсов в результате мобилизации внутренних резервов.

СЕРТИФИКАЦИЯ СИСТЕМ КАЧЕСТВА

Н.Н. Потейчук

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.А. Балашевич*
Белорусский национальный технический университет

Перспективы производства конкурентоспособной продукции связаны с таким процессом как сертификация систем качества. В течение последних 20 лет качество продукции все в большей степени оказывается в центре внимания производителей, а для многих предприятий просто становится стратегическим фактором успеха.

ИСО (Международная организация по стандартизации) создала стандарт качества в виде норм ИСО серии 9000, которые в 1987 году стали международной серией норм.

Эти нормы утвердились в качестве единой основы, на базе которой может быть построена такая система менеджмента качества, которая будет иметь высокое признание. В условиях международной конкуренции функционирующая и сертифицированная в соответствии с нормами ИСО серии 9000 система менеджмента качества становится все более признанным стандартом менеджмента качества, а во многих отраслях необходимым условием для того, чтобы остаться на рынке. Тот факт, что данные нормы уже признаны более чем в 70 странах мира, доказывает их универсальный характер и пригодность для использования в качестве основы при создании систем менеджмента качества.

В условиях ужесточения конкуренции на мировых рынках покупатели требуют от своих поставщиков не только удовлетворительного качества продукции, но и обеспечения его стабильности. Но при этом наличие сертификата на продукцию или услугу оказывается уже недостаточным. В качестве гарантии от поставщиков требуют подтверждения того, что они имеют сертификат на систему качества, который указывает на соответствие предприятия требованиям стандартов ИСО 9000. Такой сертификат избавляет от процедуры проверки его разными заказчиками, облегчает получение банковских кредитов и государственных субсидий, дает преимущества при страховании, наличие такого сертификата позволяет увеличить экспортные возможности, привлечь потенциальных заказчиков за счет широкого использования сертификата в рекламных целях.

Внедрение сертификации систем качества приносит весьма ощутимые экономические результаты предприятию, о чем свидетельствуют данные:

- улучшение планирования, управления и контроля — 80% предприятий
- улучшенный сервис — 73%
- постоянность во всех видах деятельности — 73 %
- повышение эффективности и производительности — 69 %
- более эффективная подготовка, оформление и предложение контрактов — 69 %
- объективные экспертные оценки — 67%
- улучшение маркетинга на предприятии — 63 %
- сокращение расточительности — 53 %
- повышение мотивации сотрудников — 50%

- уменьшение затрат — 40 %
- повышение экспорта — 31%

Фирмы и предприятия, применяющие современные методы управления качеством получают значительные преимущества: растёт конкурентоспособность их продукции и, естественно, прибыль. И главный стимул – потребитель: сегодня он предпочитает иметь дело с предприятиями, прошедшими сертификацию системы качества.

РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕСА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

О.А. Шевчик

Научный руководитель – д.э.н., профессор *С.И. Барановский*
Белорусский государственный технологический университет

Мировая экономика обладает широким арсеналом эффективных методов управления предприятием, но наиболее совершенным инструментом признается реинжиниринг.

Основателем теории реинжиниринга считают М. Хаммера, который в соавторстве с Дж. Чампи выпустил в 1993 году книгу «Реинжиниринг корпорации: манифест для революции в бизнесе». Авторы определили реинжиниринг как «...фундаментальное переосмысление и радикальное изменение решений о деловых процессах с целью достижения улучшений в критически важных показателях деятельности, таких, как издержки, качество, обслуживание и скорость», то есть это улучшение на порядок, по крайней мере в 10 раз-это сокращение стоимостных затрат не менее чем на 90% либо повышение качества на 90%, а не улучшение этих показателей на 10%.

В США и Европе в 1992–1993 годах осуществлялся реинжиниринг страхования, телекоммуникаций, энергетики, химии, электроники, правительственных учреждений (Форд Мотор, Кодак, IBM, компания Microsoft проводят реинжиниринг 1 раз в 2 года).

Белорусский рынок реинжиниринговых услуг формировался вместе с рынком консалтинга и берет свое начало в 1992 году посредством деятельности в Минске первого консалтингового белорусско-германского предприятия – Григер Малиссон Инвестмен – Консалтинг. С 1992 по 1995 годы было создано и функционировало 28 отечественных компаний. В настоящее время осталось около 10 компаний, которые оказывают услуги по бизнес-планированию, маркетингу, оценке бизнеса и недвижимости, разработке и оценке инвестиционных проектов, антикризисному управлению и управленческому консультированию. Приблизительно 300 небольших компаний и индивидуальных предпринимателей оказывают отдельные виды услуг. Для массового инновационного процесса в стране этого, конечно, недостаточно. Например, в Голландии, стране, приблизительно равной по площади Беларуси, функционирует около 2000 различных реинжиниринговых компаний.

В Республике Беларусь в процессе осуществления реинжиниринга предприятия сталкиваются с рядом барьеров и проблем:

1. риск неудач достаточно велик, так как на 50% исследуемых белорусских предприятий реинжиниринг осуществлен не совсем корректно;
2. отсутствие информационного обеспечения по данной технологии;
3. отсутствие специалистов в данной области;
4. опыт деятельности в реальных условиях рынка ничтожен;
5. достаточно высокая стоимость проведения для белорусских предприятий, трудности возможной перестройки государственных предприятий.

Из-за высокой стоимости услуг реинжиниринга осуществляется очень небольшое количество заказов, медленные темпы развития, поэтому успешно реинжиниринг осуществлен только на крупных предприятиях в 1997–1998 годах, таких, как Белтелеком, Милавица, Финокс, в соседней России этот процесс проходит успешнее–происходит интенсивное преобразование банковских бизнес – процессов.

ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ РИСКА БАНКРОТСТВА ЛЕСХОЗОВ РБ

Н.В. Суденкова

Научный руководитель – *И.В. Макаренко*

Белорусский государственный технологический университет

Наша экономическая реальность характеризуется высокой вероятностью финансового краха. В таких условиях вопросы диагностики и прогнозирования банкротства приобретают исключительную важность, поэтому целью настоящего исследования является определение круга проблем диагностики банкротства лесхозов и их решений.

В соответствии с действующим законодательством РБ для диагностики несостоятельности субъектов хозяйствования применяется ограниченное количество показателей: коэффициенты текущей ликвидности (K_1), обеспеченности собственными оборотными средствами (K_2), обеспеченности финансовых обязательств активами (K_3), обеспеченности просроченных финансовых обязательств активами (K_4). Данным показателям присущи статичность, низкая информативность для прогнозирования будущих денежных поступлений, возможность завышения показателей за счет дебиторской задолженности и запасов невостребованной продукции, неполный учёт финансовых обязательств и влияния ряда факторов, некоторое дублирование коэффициентов друг другом.

Особенностью организации лесохозяйственной деятельности в РБ является ее разделение на бюджетную и хозрасчетную сферы. Многие лесхозы являются рентабельными только за счёт бюджетного финансирования, поэтому важно проанализировать именно промышленную их деятельность на вероятность банкротства. Отсюда вытекает необходимость использования комплексных (интегральных) моделей, таких как модели Федотовой, Альтмана, Бивера, Лиса, Таффлера, белорусского ученого Байнева. Подобные модели позволяют не только получить более точные результаты, но и определить направления финансового оздоровления лесхозов.

Результаты анализа ГЛХУ «Узденский лесхоз» по официальной методике показали неудовлетворительную структуру его баланса и неплатежеспособность лесхоза ($K_1=1,0670$, $K_{1норм}=1,7$; $K_2=-0,3964$, $K_{2норм}=0,3$). Однако лесхоз не является потенциальным банкротом, так как $K_3=0,4935$, $K_{3норм}<0,85$; $K_4=0$, $K_{4норм}<0,5$. Вместе с тем, Z-счёт Альтмана отразил устойчивое финансовое положение лесхоза ($Z=1,6876$, что больше пограничного $Z_n=1,23$), а модель Таффлера - что лесхоз имеет хорошую долгосрочную перспективу ($Z=0,3453$, что больше предельного $Z_n=0,3$).

Столь разные результаты получаются вследствие того, что все неофициальные методики разработаны за рубежом. Для применения в РБ их необходимо адаптировать к нашим экономическим условиям, что требует дальнейшего тщательного исследования таких проблем, как совершенствование критериев неплатежеспособности, подбор показателей для оценки платежеспособности, определение наиболее точной методики анализа фактических значений показателей платежеспособности и интерпретация значений этих показателей.

ОСОБЕННОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В.А. Сосновская

Научный руководитель – *Т.Г. Богина*

Белорусский национальный технический университет

Становление и развитие системы рыночных отношений в экономике Республики Беларусь, не обладающей серьезной энерго-ресурсной базой, но имеющей высокий научно-технический потенциал кадров, а также требующей серьезного обновления материально-технической базы промышленного комплекса, предполагает поиск многообразных путей оптимизации реформирования экономических процессов. А это, безусловно, требует значительного

расширения инвестиционной деятельности.

Существенно возрастает фактор качества при производстве и реализации продукции. Научно-технический прогресс превращается в одно из орудий научно-производственных нововведений, которые требуют активизации финансирования и обеспечения прибыльности работы предприятия. С целью выработки комплексной системы производства конкурентоспособной продукции, позволяющей обеспечить рост продаж и высокую их рентабельность, следует пересмотреть инвестиционную стратегию как на государственном уровне, так и на уровне предприятий (в первую очередь это относится к предприятиям промышленности как приоритетной отрасли экономики республики) и определить эффективные направления использования инвестиций.

Необходимо указать основные проблемы, с которыми сталкиваются предприятия и инвесторы в процессе реализации инвестиционной стратегии: проблемы с получением долгосрочных кредитов из-за высокой процентной ставки; неплатежи и задолженность за поставленную продукцию, выполненные работы или оказанные услуги; недостаточная степень правовой защищенности инвесторов, неблагоприятный инвестиционный климат из-за высоких рисков вложения.

К сожалению, вложения в производственную сферу из-за высокого риска малопривлекательны как для банковского капитала, так и для отечественных, иностранных инвесторов, а так же для населения.

В сложившейся ситуации инвестиции выступают важнейшим средством обеспечения производства конкурентоспособной продукции: повышения качественных показателей ведущих отраслей промышленности по средствам обновления основных производственных фондов предприятий и осуществления инновационной политики, создания необходимой сырьевой базы промышленности;

Инвестиционная стратегия должна включать в себя следующие направления:

- Улучшение инвестиционного климата как для отечественных, так и для иностранных инвесторов;
- Разработка комплекса мероприятий с целью подавления инфляции;
- Ориентация финансовых потоков на инвестиции в производство;
- Развитие форм стимулирования рынка ценных бумаг;
- Развитие рынка капитала, прежде всего облигационных рынков предприятий, и института финансовых посредников, действующих на нём;
- Полноценная защита прав и интересов инвесторов и акционеров. Для этого требуется не только совершенствование законодательства, но и меры организационного порядка, которые позволили бы предприятиям обрести реальных хозяев, а хозяевам организовать эффективное управление предприятием.

Управление на уровне предприятий, прежде всего финансовое - одно из главных направлений экономической реформы.

ВЛИЯНИЕ ФИНАНСОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРОДУКЦИИ

С.О. Беганский

Научный руководитель – к.э.н., доцент *П.В. Мелюшин*
Белорусский национальный технический университет

Финансовое планирование - это одно из важнейших направлений развития предприятий. Оно взаимосвязано почти со всеми отделами предприятия и сильно влияет на результат финансовой, коммерческой деятельности, а, следовательно, и на конкурентоспособность продукции. Финансовое планирование дает возможность определить жизнеспособность проекта в условиях конкуренции. Хорошо организованное финансовое планирование заинтересовывает определенных лиц, вкладывать финансовые средства для развития научно-технической деятельности, которая направлена на создание наукоемкой, конкурентоспособной

продукции.

Основными проблемами финансового планирования являются: нереальность финансовых планов, низкая оперативность, недостаточная связь долгосрочных и краткосрочных планов, финансовая реализуемость, комплексность и т.д. Нереальность планов вызывается, как правило, необоснованными плановыми данными по сбыту, заниженными сроками погашения дебиторской задолженности, раздутыми потребностями в финансировании. Причины низкой оперативности заключаются в отсутствии четкой системы подготовки и передачи плановой информации, в длительности процедур итерационного согласования планов, в недостатке и недостоверности информации. Отрыв долгосрочного плана от краткосрочного происходит при отсутствии последовательности операций. Финансовая реализуемость зависит от выполнимости планов с точки зрения обеспечения необходимыми финансовыми и материальными ресурсами. Комплексность планов - означает, что помимо плана по доходам и расходам, необходимы еще реальные планы по прибылям и убыткам, изменению задолженности, плановый баланс.

Решение проблем финансового планирования будет реально тогда, когда его выполнение можно оперативно контролировать. Здесь необходимо обратиться к проблемам управленческого учета и к недостаткам традиционной функциональной организации. Этими недостатками являются: отсутствие ориентации на конечный результат, потери информации и ее искажение, проблемы на стыках между функциональными отделами, внутренняя политическая борьба, чрезмерная длительность процедур согласования решений, дублирование функций, размывание ответственности и т.д. Конечно, у функциональной структуры управления есть и свои преимущества, но новые стандарты комплексного планирования и управления предприятием становятся все более ориентированными на процессы, конечной целью которых является синхронизация деятельности предприятия с потребностями потребителя, что обеспечивает его конкурентоспособность. Процессный подход к организации деятельности при этом состоит в моделировании и реорганизации финансовых процессов. Основным понятием процессной методики является бизнес-процесс, т.е. целенаправленная последовательность операций (функций) и событий. Очевидно, что в решении этой задачи принимают участие практически все подразделения предприятия, из которых ключевую роль играют сбытовые, производственные и снабженческие подразделения и, конечно, финансовая служба. Основными этапами ведения проекта реорганизации финансовых процессов является: анализ существующей ситуации, реорганизация существующих процессов, внедрение перспективных финансовых процессов, контроль за эффективной деятельностью.

МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРАТЕГИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ ДОЛГОСРОЧНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ

О.В. Козленкова

Научный руководитель – д.э.н., профессор *М.В. Радиевский*
Белорусский национальный технический университет

Все большую актуальность в последнее время приобретает построение моделей, способствующих оценке перспектив инвестиционного развития предприятия. Как известно, моделирование позволяет менеджерам отобразить наиболее характерные свойства, структурные и функциональные параметры объекта управления, а также выделить его важнейшие взаимосвязи с внешней и внутренней средой предприятия. Согласно теоретическим положениям, касающимся этапов создания моделей, условий использования и различных методов их анализа, основными задачами моделирования в сфере финансово-инвестиционной деятельности являются: обоснование вариантов управленческих решений, прогнозирование приоритетных направлений развития и выявление резервов повышения эффективности предприятия в целом. Широкую популярность в практике долгосрочного инвестирования снискало использование различного рода матриц, построение и анализ моделей исходных факторов систем.

Привлекательность отрасли определяется в зависимости от таких факторов, как объем рынка,

тенденции его роста, среднерыночной нормы доходности, легкости ввода и данную отрасль, уровень спроса, предложения и конкуренции. Каждая ситуация предполагает определенную линию поведения в области долгосрочного инвестирования. Оценивания их по общим признакам, предлагается выделять пять возможных стратегий долгосрочного инвестирования: агрессивное инвестирование (активный рост); умеренный рост; совершенствование при неизменном уровне роста; сдерживание спада; активное перепрофилирование или ликвидация.

Под стратегией агрессивного развития предполагается активное инвестирование в новое строительство, расширение действующего производства и крупные вложения в оборотный капитал. Одной из основных стратегических задач является достижение лидирующих позиций на рынке по объему продаж выпускаемых изделий.

Стратегия умеренного роста и совершенствование при неизменном уровне роста позволяет предприятиям несколько снизить темпы своего развития и роста объемов производства. Как правило рынок уже сформирован, и предприятие должно осуществлять инвестиции в поступательное расширение своей деятельности, а также выделять немалые средства на повышение своих конкурентных преимуществ, в частности на улучшение качественных характеристик продукции.

В относительно неблагоприятных для предприятия внешних и внутренних условиях целесообразнее всего следовать стратегии сдерживания спада реализации продукции. Она характеризуется координацией усилий и направленностью имеющихся ресурсов на снижения отрицательного воздействия различного рода факторов на процесс функционирования предприятия. Управление затратами и оборотным капиталом по-прежнему будет являться одним из приоритетных направлений повышения результативности хозяйственной деятельности.

Инвестиционная стратегия активного перепрофилирования обязывает безотлагательно осуществлять мероприятия по внедрению новых продуктов на рынке и расширению своей доли в других (чаще всего смежных) отраслях. Отказ от выпуска ранее изготавливаемой продукции может привести к простоям части оборудования и значительному снижению оборачиваемости активов (в основном по сырью, материалам, комплектующим и незавершенному производству).

МОДЕЛЬ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ

Д.В. Коломенкина

Научный руководитель – к.э.н., доцент, *А.В. Сак*

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Для Беларуси как страны с переходной экономикой инвестиции служат одним из важнейших макроэкономических агрегатов. Определение размера инвестиций в экономике является актуальной задачей прогноза социально-экономического развития страны. Под инвестициями понимаются финансовые, имущественные и интеллектуальные ценности, вкладываемые в объекты предпринимательской и других видов деятельности с целью получения прибыли или достижения социального эффекта.

Становление рыночных отношений, развитие различных форм собственности, возникновение альтернативных источников финансирования инвестиций, существенные изменения амортизационной, инвестиционной и структурной политики диктуют необходимость применения новых подходов к решению проблемы воспроизводства основных фондов и определению инвестиций.

Прогнозирование инвестиций — сложный, многоступенчатый процесс изучения вероятностных сторон вложения капитала в ту или иную сферу экономики в будущем. На основе многовариантных прогнозных расчетов устанавливаются реально осуществимые темпы развития инвестиционной сферы, определяются плановые показатели инвестиций, формируются их структура, перечень целевых программ и инвестиционных проектов, подлежащих практической реализации в плановом периоде.

Прогнозирование инвестиций предполагает осуществление количественного и качественного анализа тенденций инвестиционных процессов, существующих проблем и новых явлений; альтернативное предвидение будущего развития отраслей народного хозяйства как

возможных объектов вложения капитала; оценку возможностей и последствий вложения средств в ту или иную сферу экономики.

Особое место в быстро изменяющихся условиях переходной экономики особое место занимают краткосрочные прогнозы. Краткосрочный прогноз служит для выработки тактики инвестирования и оценки возможных вложений в краткосрочные финансовые инструменты. Он разрабатывается с учетом влияния кратковременных факторов, выявленных в процессе анализа краткосрочных колебаний на рынке инвестиций.

Одновременно инвестиционное прогнозирование должно осуществляться комплексно: на уровне страны в целом (макроуровень), отраслей и подотраслей, регионов (мезоуровень), отдельных компаний и фирм (микроуровень). При прогнозировании непосредственно инвестиций должны соблюдаться принципы целенаправленности и приоритетности, которые требуют построения иерархии общественных потребностей и формирования приоритетных направлений инвестиционной политики.

Процесс прогнозирования инвестиций можно условно подразделить на три этапа: прогнозирование возможных инвестиционных потоков; прогнозирование потребности в инвестициях; оценка экономической эффективности использования инвестиций с учетом факторов инвестиционного риска.

НАЛОГОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ КОНКУРЕНЦИИ В АСПЕКТЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПРИНЦИПОВ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ

В.Ю. Митрофанов

Научный руководитель – к.э.н., доцент *Н.А. Мартыненко*
Белорусский государственный экономический университет

С развитием товарно-денежных отношений получение необходимых благ предопределяется максимизацией денежного дохода, источником которого в свою очередь являются предоставление субъектам хозяйствования на различные рынки всевозможных товаров и услуг. В настоящее время эффективная конкуренция является одним из важнейших условий экономического процветания. Напротив, ее подавление, приводящее к снижению стимулов к хозяйственной деятельности и прочим последствиям, может отрицательно воздействовать как на отдельный хозяйствующий субъект, так и на экономику страны в целом.

В вышеописанной ситуации одну из основополагающих ролей играют налоги, которые с одной стороны в аспекте фискальности их характера выступают по отношению к хозяйствующему субъекту в качестве ограничивающего фактора, а с другой стороны, вторгаются в распределительные процессы. В первом случае речь идет об эффективности налоговой системы по вертикали, а во втором – по горизонтали, что означает справедливое сочетание интересов всех субъектов налога, ставя их в равные условия конкурентной борьбы.

Конкурентная борьба в глобальном понимании может быть представлена тремя уровнями, которую изначально следует рассмотреть с позиции классического принципа нейтральности - равенства налоговых ставок:

1. *Общэкономический* – конкурентная борьба за денежный капитал между сферами его приложения: производственный капитал, ссудный капитал и фиктивный капитал. На данном уровне необходимо обеспечить равные возможности банковской системы, рынка ценных бумаг и предприятий к привлечению капитала, что достигается через равнонапряженное налогообложение доходов, полученных по финансовым инструментам данных трех секторов.

2. *Межрыночный* – конкурентная борьба на инвестиционных рынках между отраслями экономики. Здесь речь идет о равном налогообложении отраслей (товарных рынков), в случае неравенства которого возникают различия в инвестиционной и предпринимательской привлекательностях отраслей.

3. *Внутрирыночный (межхозяйственный)* – конкурентная борьба за потребителя на товарных рынках между отдельными предприятиями. В данном случае речь идет непосредственно о конкурентных позициях субъектов хозяйствования на товарных рынках. На

данном уровне вследствие необоснованной дифференциации налогового бремени нарушается конкурентная борьба предприятий, последствия чего могут быть огромны по своим масштабам.

Таким образом, конечным результатом научно необоснованной дифференциации налогового бремени может явиться кризис на национальном уровне. Но несмотря на это, при выборе критериев построения налоговой системы с точки зрения ее эффективного воздействия на конкуренцию перед государством объективно возникают три альтернативы, выраженные тремя принципами налогообложения: невмешательство – принцип нейтральности; содействие – принцип уравновешенности; искажение – принцип социальной значимости и общеэкономической приоритетности.

Два последних критерия являются альтернативными принципами (антипринципами) и выступают в качестве регулирующих рычагов налогового механизма).

К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

О.В. Мясникова

Научный руководитель – к.э.н., доцент *Г.А. Калинин*
Белорусский национальный технический университет

На фоне глобализации экономики приоритетной становится задача производства конкурентоспособной продукции. Она тесно взаимосвязана с улучшением организации производства, которая признается интенсивным и некапиталоемким фактором развития предприятия. Необходим новый подход к созданию производственных процессов (ПП), который бы в соответствии с маркетинговой философией бизнеса позволил бы быстро и с минимальными затратами перестраиваться на выпуск продукции, необходимой потребителю, и напрямую увязывал основные финансово-экономические показатели деятельности предприятия с возможными вариантами ПП. Проект создания ПП является инвестиционным, а решение об его принятии основывается на оценке эффективности. В современных условиях, а особенно для предприятий малого и среднего бизнеса, необходимо упрощение процесса принятия решения по проекту, сокращение расходов на проведение экспертизы, но без ущерба качеству проведения анализа. Это возможно только на основе систематизации критериев эффективности и выбора схемы и инструментов оценки по основным качественным характеристикам ПП: является он полным (т.е. охватывает весь цикл производства) или локальным (т.е. касается только определенной стадии производства или отдельной операции).

Особое место занимает оценка эффективности ПП на локальном уровне. Обычно создание локальных ПП предполагает инвестирование закупки оборудования за счет собственных источников, а привлечение средств носит краткосрочный единовременный характер, продолжительность лага инвестиций незначительна. Данные вложения позволят получить быстрый эффект (в виде произведенной продукции), при этом темп роста эффекта достаточно стабилен в различные периоды времени. Следовательно, для локальных проектов применимы статические методы оценки эффективности. Поэтому на уровне локальных проектов правомерно рассматривать в качестве эффекта экономию на затратах, а в качестве критерия эффективности величину удельных суммарных затрат на производство изделия.

Широко используемая методика выбора варианта одно- и многооперационного технологического процесса по удельной технологической себестоимости, является упрощенной моделью, частным случаем более сложной нелинейной зависимости, поскольку условно-постоянные издержки имеют двойственный характер динамики. Игнорирование того, что условно-постоянные расходы могут увеличиваться при определенных значениях объема производства нередко приводит к значительным искажениям в экономических сопоставительных расчетах. Методика в ее традиционном виде видится нам неприменимой и требует доработки. Мы предлагаем учитывать сложную нелинейную зависимость удельной технологической себестоимости от объемов производства и количества станков, необходимых на операцию, что позволяет получать более достоверные результаты. При выборе

технологического процесса необходимо идти от объемов производства к выбору технологии, а не на основе вариантов определять критический объем производства, при котором тот или иной вариант оптимален. Целесообразно устанавливать диапазоны производственной программы, в которых условно-постоянные расходы остаются постоянными, предварительно рассчитывать величину этих затрат для каждого диапазона.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ПОДСИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Т.И. Серченя

Научный руководитель – к.э.н., доцент *В.П. Акунец*
Белорусский национальный технический университет

Одним из решающих факторов повышения эффективности производства является научно-технический прогресс, который предполагает не только прогресс науки, но и прогресс в использовании накопленного потенциала в производстве. Это подразумевает непрерывное совершенствование элементов производственного потенциала: его техники, технологии, форм организации с целью достижения наилучших результатов при наименьших затратах, ликвидации неблагоприятных воздействий производства на человека и окружающую среду. Поэтому объектом планирования и прогнозирования на промышленных предприятиях должен быть производственный потенциал.

В настоящее время на промышленных предприятиях Республики Беларусь применяется количественная оценка потенциала подсистемы производственного менеджмента. Однако существующая система оценки уровня использования потенциала подсистемы производственного менеджмента не отражает действительного состояния производства. Применяемые критерии оценки не отражают качественного уровня развития производства. Используются в основном два критерия: степень выполнения плановых показателей и темп их роста к уровню, достигнутому в предыдущем периоде. Но поскольку планы устанавливаются в зависимости от достигнутого уровня и уровень их напряженности на стадии разработки практически не учитывается, степень выполнения плана и темп роста не могут служить критериями оценки эффективности функционирования промышленного предприятия.

Прирост продукции может быть также достигнут в результате ввода дополнительных производственных мощностей, структурных сдвигов в производственной программе в сторону увеличения удельного веса наиболее конкурентоспособных видов продукции, использования внутренних резервов производства. Устранить данный пробел возможно лишь путем применения принципа оценки производственных результатов на основе предельных нормативов. Однако для достижения сравнимости результатов необходимо обеспечить равнозначность исходных расчетных условий для каждого предприятия конкретной отрасли. Располагая нормативным уровнем показателей и соотнеся к нему фактически достигнутые результаты, получим базу по каждому показателю, которая должна служить основой для установления плана.

Ведение нормативной оценки позволит смягчить влияние планирования от достигнутого, установить уровень планируемых показателей более обоснованно, т.к. в основу будут положены объективные возможности предприятия. Нормативная оценка уровня достижений позволит решить проблему рационального определения первоочередных направлений и объектов инвестиционных вложений. Принцип нормативной оценки нашел свое применение и в построении системы материального стимулирования, в которой размер материального поощрения напрямую зависит от уровня использования производственных возможностей. Механизм экономического стимулирования в данном случае будет действовать через распределение имеющихся средств в интересах тех подразделений, которые при выполнении плана добились лучшего использования своих производственных возможностей при выпуске конкурентоспособной продукции.

ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ДИЗАЙНА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Д.П. Чикизов, А.Н. Воронкович

Научный руководитель – к.э.н., доцент *В.А. Бороденя*
Белорусский государственный экономический университет

Цель исследования: очертить проблему промышленного дизайна в Беларуси, оценить его реальный уровень и потенциал в контексте мирового опыта.

Методика исследования. При проведении исследования авторами были изучены периодические издания, посвящённые вопросам дизайна, другая доступная литература, а также информационные ресурсы в Internet, так или иначе связанные с данной тематикой.

В ходе детальной проработки и анализа информации были сделаны следующие выводы по теме исследования:

- отсутствие понимания важности прагматической функции промышленного дизайна среди руководителей белорусских предприятий;
- абсолютная ригидность отечественного промышленного производства к релевантным дизайнерским проектам;
- отсутствие государственной поддержки процесса внедрения дизайнерских разработок в производство;
- несовершенство законодательной базы в сфере дизайнерской деятельности;
- засилье непрофессионального подхода к созданию дизайнерских продуктов;
- отрыв белорусского дизайнерского образования от производства;
- наличие нереализованного потенциала белорусских промышленных дизайнеров.

Широта спектра выявленных проблем заставляет задуматься о дальнейших исследованиях в этой сфере, основными направлениями которых, по нашему мнению, должны стать:

- разработка системы оценки дизайна продукции в сравнении с основными конкурентами;
- оптимизации системы подготовки дизайнеров;
- популяризация идей промышленного дизайна в среде руководителей предприятий.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ И ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

О.В. Шейно

Научный руководитель – к.э.н., доцент *В.У. Дубков*
Белорусский национальный технический университет

Наша республика в настоящее время находится в довольно трудном экономическом положении, поэтому разработка и принятие управленческих решений занимает, несомненно, центральное место в управлении любым хозяйствующим субъектом и пронизывает все, что делает менеджер, формируя цели и добиваясь их достижения. Создание конкурентоспособной продукции практически напрямую зависит от правильной разработки и принятия управленческих решений, как в сфере производства продукции, так и на этапах ее реализации, ценовой политики, освоения новых рынков, внедрения новых технологий и др.

Технология разработки (принятия) управленческих решений представляет собой совокупность последовательно повторяющихся действий, складывающихся из отдельных этапов, процедур, операций. Процесс разработки и принятия управленческих решений подразделяется на ряд стадий:

1. Формулировка и обоснование проблемы. Причины возникновения проблемы могут быть внутренними и внешними. Это может быть случайное отклонение от заданных норм, наличие серьезных недостатков (перерасход сырья, фонда зарплаты и др.), необходимость решения тактических и стратегических задач, а также изменение конъюнктуры рынка и

потребность в разработке прогнозов ее развития. На этой стадии необходимо изучить управляемый объект с позиции достигнутого уровня техники, технологии производства, наличия материальных и финансовых ресурсов. Наряду с этим проверяется профессиональная и психологическая готовность коллектива к решению поставленной проблемы.

2. Работа с информацией. Характер информации, необходимой для принятия решений, определяется спецификой проблемы и своеобразных условий, в которых она решается. При сборе информации следует учитывать два момента: руководитель может получать недостоверную информацию, когда используются неформальные методы ее сбора; ее увеличение необязательно ведет к улучшению качества решения. Однако даже при самой хорошо организованной и надежной информации могут приниматься как правильные, так и ошибочные решения.

3. Формулировка и отбор возможных вариантов решения. Трудности этого этапа – определение альтернатив и критериев их отбора. Вырабатываемые альтернативы должны быть реалистичны, а критерии их оценки не должны меняться при выборе единственной альтернативы.

4. Определение перечня альтернатив. В идеальном случае, чем больше альтернатив, тем выше шансы принять более эффективное решение. Вместе с тем на разработку большого количества альтернатив требуется больше времени и других ресурсов, кроме того, большое количество альтернатив может привести к путанице. Далее следует оценка альтернатив. Основные проблемы оценки: наличие нескольких альтернатив, удовлетворяющих заданным критериям; имеющиеся альтернативы мало сравнимы между собой. Последующие экспериментальные проверки стоят дорого и требуют больших затрат времени.

И, наконец, выбор единственной альтернативы по существу и является непосредственным принятием решения по проблеме.

ПЕРЕСТРАХОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СТРАХОВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

М.В. Скрага

Научный руководитель – к.э.н., доцент *М.В. Зайцева*
Белорусский государственный экономический университет

Каждая страховая организация стремится к созданию устойчивого, сбалансированного страхового портфеля. То есть к созданию такой совокупности принятых страховых обязательств, которая состояла бы из возможно большего количества страховых договоров, но с невысокой степенью ответственности по каждому принятому риску. Эта степень ответственности должна соответствовать финансовым возможностям страховой организации, чтобы при наступлении страхового случая или ряда случаев выплата страхового возмещения по убыткам не отражалась на ее финансовом положении.

Вместе с тем жесткая конкуренция на страховом рынке не дает возможности для свободного отбора благоприятных рисков, поэтому в портфеле страховой организации могут оказаться риски с такой чрезмерно высокой ответственностью, при которой наступление лишь одного полного убытка может оказаться катастрофическим для организации, не располагающей требуемыми денежными средствами.

Для ограждения себя от возможных финансовых затруднений страховщики прибегают к нивелированию принятых ими рисков с помощью института перестрахования. Перестрахование – система экономических отношений, в процессе которых страховщик, принимая на страхование риски различной величины, часть ответственности по ним, в соответствии со своими финансовыми возможностями, передает на определенных, согласованных условиях другим страховщикам в целях создания сбалансированного портфеля страховых обязательств и обеспечения тем самым финансовой устойчивости страховых операций.

Должным образом сформированная перестраховочная защита должна обеспечить:

дополнительную емкость страховщику; сохранение капитала в случае, если заявлен целый ряд претензий, значительных по размеру выплат; снижение доли ответственности страховщика, не уменьшая ее страховой емкости; повышение профессионального уровня сотрудников страховщика.

Анализируя рынок страхования отметим, что практически все страховщики используют в той или иной мере перестрахование для повышения финансовой устойчивости проводимых операций. Так, по данным за 2002 год среди страховых компаний более всего передали в перестрахование и ретроцессию в процентном отношении от суммы поступивших страховых взносов по договорам прямого страхования и принятым в перестрахование страховые организации: СЗАО «Промтрансинвест» (62,00% от собранной премии); ОСАО «Белстрахинвест» (50,40%) и СЗАО «Бролли» (32,70%), что свидетельствует о большой зависимости этих компаний от перестраховщиков.

Развитию отечественного перестраховочного рынка будут содействовать: развитие законодательной и правовой базы, принятие и реализация законов с учетом мнения страховщиков; создание широкой сети авторитетных страховых и перестраховочных брокеров, увеличить ёмкость страхового рынка и сбалансированность их страховых портфелей; усовершенствование информационной базы, содержащей достаточно правдивую статистическую информацию, разработка модели мониторинга и детального анализа местного перестраховочного рынка, составление рейтинга перестраховщиков; разработка рекомендаций по комплексной оценке надежности перестраховщиков; положительного опыта зарубежных стран в области перестрахования и др.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СТРАХОВАНИЯ КАСКО

Д.С. Якубович

Научный руководитель – к.э.н., доцент *М.В. Зайцева*
Белорусский государственный экономический университет

С ростом количества автотранспорта на дорогах нашей страны также увеличивается и величина соответствующих рисков. Поэтому защита субъектов хозяйствования от их возможного проявления вполне обоснованная. Тем более, что материальные возможности субъектов хозяйствования ограничены и расходы, связанные с ДТП, а тем более угоном, пожаром и стихийными бедствиями несопоставимо велики по сравнению с имеющимися свободными средствами, что соответственно отражается на издержках производства и соответственно на цене продукции.

Добровольное страхование наземных транспортных средств (автоКАСКО) позволяет осуществить защиту, владельцев автотранспорта. При этом объектом страхования являются имущественные интересы, связанные с утратой (гибелью) или повреждением наземных транспортных средств, принадлежащих физическим лицам, находящимся во владении, пользовании, распоряжении Страхователя или иного названного в договоре Выгодоприобретателя. На страхование принимаются наземные транспортные средства (далее - транспортные средства), зарегистрированные или подлежащие регистрации в соответствии с законодательством РБ, транзитные транспортные средства. К ним относятся: легковые автомобили (в т.ч. микроавтобусы до 9 мест, включая водительское), грузовые и грузопассажирские автомобили, тягачи, а также прицепы и полуприцепы к ним, автобусы, 2-х, 3-х колесные транспортные средства (мотоциклы, мотороллеры, мопеды). В настоящее время все большую популярность приобретают различные формы КАСКО, такие как: полное КАСКО, частичное КАСКО, контактное ДТП. Вместе с тем, анализируя структуру рынка, автострахования РБ можно сделать выводы, что количество заключенных договоров по страхованию автоКАСКО постоянно снижается. Данная ситуация отчасти объясняется тем, что в 1999 году было введено обязательное страхование гражданской ответственности владельцев автотранспортных средств, что конечно же не является аналогичным видом страхования автомобиля, просто для страхователя стало слишком дорого осуществлять дополнительно и

КАСКОстрахование. Данные свидетельствуют о том, что развитие этого вида страхования не оптимально и это вызвано рядом проблем: таких как наличие автомобилей возрастом более 10 лет; слабым развитием инфраструктуры автострахования, то есть отсутствием системы аварийного комиссарства, неразвитостью сети оценочных служб и станций по ремонту поврежденных автомобилей; постоянно снижающимися показателями количества выплат по страховым случаям.

Исходя из вышеперечисленных проблем можно выделить ряд направлений улучшения ситуации на рынке автострахования КАСКО: усовершенствование механизма урегулирования убытков; формирование правительством единой стимулирующей политики в отношении страхования; развитие инфраструктуры автострахования; развитие комплексных пакетов страхования; проведение активных мер по снижению количества страховых случаев. Например, внедрение программы по установке на страхуемые автомобили спутниковой системы защиты и поиска автомобилей позволит получить скидку по страховому взносу до 30 %. И если для владельцев автомобилей стоимостью до 10000 Долларов США данный вариант является малопривлекательным, так как стоимость данной системы составляет 1500 Долларов США, то для владельцев более дорогих автомобилей это существенно позволяет снизить как страховой взнос, так и риск угона транспортного средства.

РОЛЬ РЕКЛАМЫ В ПОВЫШЕНИИ КОНКУРЕНСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ

Е.С. Третьякова

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Б.А. Каледин*
Белорусский национальный технический университет

Народнохозяйственная проблема своевременного доведения товаров от производства до населения, формирование спроса на них с учетом социально-демографических особенностей отдельных групп потребителей требует использование рекламы. Ее роль особенно возрастает в условиях рыночной экономики, конкурентной среды, постоянного обновления ассортимента товаров, усложнения устройства и конструкций многих технически сложных изделий, товаров культурно-бытового и хозяйственного назначения. Современная и исчерпывающая информация населения о потребительских свойствах и способах использования товаров и является важнейшей задачей рекламы.

Из мирового опыта известна сила и роль рекламы. Прежде всего, она несет в себе информацию, обычно представленную в сжатой, художественно выраженной форме, эмоционально окрашенную и доводящую до сознания и внимания потенциальных покупателей наиболее важные факты и сведения о товарах и услугах. При помощи рекламы покупатели быстрее находят необходимые им товары, приобретают их с наибольшими удобствами и наименьшими потерями времени. При этом ускоряется реализация товаров, повышается их конкурентоспособность.

Будучи включенной в процесс создания продукта и продвижения его к покупателю, реклама решает широкий круг задач. Прежде всего, она выполняет информационную функцию, сообщая о деятельности фирмы или о производстве определенного продукта. Она дает возможность расширить производство за счет привлечения внимания к товару большего числа потребителей. Тем самым она способствует развитию экономики в целом, росту рентабельности соответствующей фирмы, повышению конкурентоспособности продукции.

Без умения пользоваться средствами рекламы уменьшается возможность производителя активно воздействовать на рынок сбыта, увеличивая риск быть отодвинутыми конкурентами. Являясь орудием конкурентной борьбы, реклама обостряет ее. При этом она выполняет одну из важнейших задач – способствует созданию потребителям условий для свободного выбора фирмы, предприятия, их товаров и услуг. Обостряя конкурентную борьбу за покупателя, реклама способствует улучшению качества этих товаров и услуг, а также снижает их цены. Благодаря информационной функции рекламы рынок становится более доступным для

покупателей.

Важным фактором повышения конкурентоспособности товара на рынке является создание имиджевой рекламы, т.е. рекламы, направленной на формирование у потребителей представления о фирменном товаре. В западной практике идея фирменности, исключительности товара носит название «бренд-имидж» (от англ. brand -марка), а технология создания такого товарного имиджа - брендингом.

Брендинг -- это деятельность по созданию долгосрочного предпочтения к товару, основанная на совместном усиленном воздействии на потребителя товарного знака, упаковки, рекламных сообщений, материалов и мероприятий сейлз промоушн, а также других элементов рекламной деятельности, объединенных определенной идеей и характерным унифицированным оформлением, выделяющим товар среди конкурентов и создающим его образ.

ФОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ КЛАСТЕР–ОРИЕНТИРОВАННОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ В БЕЛАРУСИ

А.Г. Безрученко

Научный руководитель – к.э.н. *В.В. Валетко*

Белорусский государственный технологический университет

На данном этапе внешний рынок насыщен товарами высокого качества, цены на них снижаются под воздействием конкуренции. В условиях приближения ценовых пропорций к мировым и прозрачности границ предприятия Беларуси проигрывают конкуренцию, если не смогут предложить конкурентоспособный товар.

В настоящее время, поддерживая промышленность, государство выделяет разнообразные дотации, кредиты, вводит квоты для импортируемого товара, устанавливает таможенные пошлины и нетарифные ограничения для защиты собственных предприятий. Путь чрезмерного протекционизма снижает уровень жизни населения, которое вынуждено потреблять более дорогие товары, и в долгосрочной перспективе бесперспективен. При увеличивающейся степени глобализации мировой экономики и той скорости, с которой развиваются технологии и подходы в организации производства, наше государство будет терять драгоценное время, что приведет к увеличению отставания от развитых стран мира. Поэтому важно, чтобы промышленная политика Беларуси опиралась на рыночные механизмы, в том числе на опыт в сфере развития промышленных кластеров (industrial cluster).

Кластер – это группа географически соседствующих взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций, действующих в определенной сфере и характеризующихся общностью деятельности и взаимодополняющих друг друга. Кластер объединяет несколько десятков, а порой даже сотен компаний, которые работают в одной сфере. В кластер входят высшие образовательные заведения, научно-исследовательские институты, лаборатории, компании поставщики и компании производители, а также могут входить компании смежных областей деятельности кластера, которые непосредственно не участвуют в нем, но зависят от его благополучия. Подобного рода объединения получают конкурентные преимущества. Эти преимущества вытекают из того, что компании, входящие в данный кластер минимизируют свои издержки вследствие того, что пользуются совместным опытом, передовой и свежей информацией, которую намного легче получить в пределах кластера, близостью расположенных высококачественных человеческих ресурсов, а также современных и передовых технологий, которые они могут как получать, так и разрабатывать сами. Кластеры привлекают инвестиции извне, что благоприятнейшим образом сказывается на состоянии экономики страны. Кластеры несут инновации, являются гибкими системами в конкурентной борьбе, но для этого необходимо, чтобы каждый член кластера чувствовал ответственность за свою деятельность, что возможно только в условиях рынка и преобладания частной собственности. Наибольшую роль играют связи между предприятиями, которые не только должны быть хорошо налажены, но и активно использоваться. Именно отлаженные связи являются основой возникновения конкурентного преимущества.

Роль государства при подобном рода образования сводится к созданию оптимального климата, который создается не сверху, а задается самим кластером, а также поддержанию макростабильности экономики. Чтобы формировать механизмы поддержки развития подобного рода образований требуется детально изучить существующие отрасли, предприятия из которых они состоят, структуру выпускаемой продукции, а также исследовать связи между предприятиями, которые предположительно могут входить в «скрытый кластер».

ОЦЕНКА ИЗЛИШНЕЙ ЗАНЯТОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ БЕЛАРУСИ

С.С. Лапчук

Научный руководитель – к.э.н. *В.В. Валетко*

Белорусский государственный технологический университет

В настоящее время на предприятиях Беларуси остро стоит проблема эффективного использования трудового потенциала. Особенно негативное влияние на показатели деятельности предприятия оказывает избыточная занятость, которая образовалась в ходе промышленного спада в 1992–1995 гг., когда темпы снижения роста производства не сопровождались пропорциональным снижением промышленно-производственного персонала (ППП). Как результат на предприятиях распространена практика неполной занятости, а также административных отпусков по инициативе нанимателя. Цель оценки избыточного количества персонала на предприятии – определение возможного количества персонала, который необходимо сократить на предприятии, что даст возможность уменьшить издержки предприятия (расходы на заработную плату) и снизить себестоимость продукции. Неполная вынужденная занятость – это временная недогрузка трудового потенциала предприятия. Количественно она является составной частью избыточной занятости или, другими словами скрытой безработицы. Проблема избыточной занятости может рассматриваться как реакция на недопущение массовых сокращений.

Избыточную занятость, связанную с потерями рабочего времени можно рассчитать как отношение суммы численности рабочих, находившихся в отпусках по инициативе администрации, и численности работников, работавших в режиме неполного рабочего дня, к среднесписочной численности ППП. Этот показатель необходимо умножить на корректировочный коэффициент, который учитывает продолжительность отпусков и работы в режиме неполного рабочего дня.

Избыточная занятость, отражаемая затратами труда на производство не находящей спроса продукции – это отношение объема нереализованной продукции к средней производительности труда одного работника и к среднесписочной численности ППП.

Общая величина избыточной занятости определяется как сумма избыточной занятости, связанной с потерями рабочего времени и избыточная занятости, отражаемой затратами труда на производство не находящей спроса продукции.

Приведем пример расчетов по итогам 2001 г. По оценкам, численность работников промышленности, находившихся в отпусках по инициативе администрации и работавших в режиме неполного рабочего дня в 2001 г. составила 72% от таковых по экономике или 332 тыс. человек. Это составляло 27,1% от численности занятых в промышленности, равной 1226,7 тыс. человек. Принимая корректирующий коэффициент равным 0,5, избыточная занятость в промышленности, связанная с потерями рабочего времени составит 13,5%. Запасы нереализованной продукции на конец 2001 г. составили 747,9 млрд. руб. (при производстве продукции на сумму 14649,9 млрд. руб. средняя производительность труда составила 12,0 млн. руб.). Тогда избыточная занятость составит 5,1% ППП. Таким образом, даже расчеты на основе официальной статистики дают показатель избыточной занятости в промышленности 18,6%.

Проблема избыточной занятости может разрешиться лишь в ходе реструктуризации предприятий. Реструктуризация промышленности, ведущая к повышению эффективности использования ресурсов, является ключевым фактором повышения конкурентоспособности страны на мировом рынке.

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ МОЛОДЕЖИ НА РЫНКЕ ТРУДА В РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В.А. Тышко

Научный руководитель – д.э.н., профессор *А.В. Бондарь*
Белорусский государственный экономический университет

Конкурентоспособность рабочей силы – это понятие, определяющие качественные характеристики работника в сравнении с аналогичными свойствами другого работника как реального, так и потенциального.

Конкуренция за рабочее место выдвигает в качестве главных требований нанимателей не полученное образование (фиксируемое в дипломах), а реальную их квалификацию, отражаемую в знаниях, умениях и навыках.

На рынке труда в Республики Беларусь наблюдаются глубокие различия в конкурентоспособности между безработными в возрасте 16-29 лет и более старшими возрастными группами. По данным службы занятости населения, в возрастной структуре безработных ведущим сегментом являются лица в возрасте 16-29 лет, удельный вес которых к концу 2002 г. составил 52,5% от всей численности безработных (к концу 1995 г. – 50,0%). Безработные, входящие в возрастную группу старше 30 лет, находятся в расцвете своих профессиональных возможностей, приспособлены к решению возникающих перед ними проблем. Молодежь на рынке труда относится к неконкурентоспособной части трудоспособного населения в силу ряда причин: недостатка профессиональных знаний и навыков; необходимости предоставления ряда льгот, связанных с учебой, охраной труда, что требует от работодателя дополнительных затрат; недостаточной трудовой мотивации; отсутствия жизненного опыта; низкий уровень информированности о состоянии рынка труда, несформированность представлений о собственном профессиональном самоопределении; слабая инициативность при решении вопросов трудоустройства, неготовность к самостоятельным действиям на рынке труда.

Вместе с тем молодежь обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с другими возрастными категориями экономически активного населения. У молодых людей самый длительный период предстоящей трудоспособности, лучшие показатели здоровья и выносливости, сравнительно высокий общеобразовательный уровень, наибольшая профессиональная территориальная мобильность.

Первым шагом на пути улучшения положения в молодежной безработице должна стать массовая профессионализация молодежи, а также расширение перечня профессий, по которым проводится обучение. Во – вторых, составить для молодежи перечень приоритетных профессий и специальностей, овладение которым повысит их конкурентоспособность. В – третьих, для предотвращения роста безработицы и повышения конкурентоспособности молодежи стоит задача обеспечить ее необходимым количеством студенческих и рабочих мест, т. е. задействовать либо учебой, либо работой, либо тем и другим одновременно. В – четвертых, большую роль играет повышение заинтересованности нанимателей в трудоустройстве молодежи.

В целом стоит задача достичь более полного соответствия подготовки квалифицированных кадров потребностям экономики, которая в дальнейшем обеспечит их последующее трудоустройство, выпуск конкурентоспособной продукции и экономический рост.

О НЕКОТОРЫХ ПЕРСПЕКТИВАХ ПОВЫШЕНИЯ НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТДАЧИ ОТ ЛЕСНОГО ФОНДА БЕЛАРУСИ

П.В. Косоковская

Научный руководитель – д.э.н., профессор *С.И. Барановский*
Белорусский государственный технологический университет

Одно из перспективных направлений развития народного хозяйства республики – производство изделий, плетенных из природных материалов. Еще великий ученый Д. И. Менделеев отмечал, что плетеные изделия из предметов первой необходимости в крестьянском хозяйстве становятся предметами роскоши.

Сейчас, кроме декоративных изделий и тары, отмечается признание плетеной мебели. Отечественные производители такой мебели отмечают общую тенденцию повышения спроса на нее. Покупатели предъявляют спрос, кроме традиционных кресел-качалок, на плетеные столы, стулья, зеркала в плетеных рамах, гарнитуры и коробки; из мелких вещей – на корзины и плетеные люстры. При этом структура рынка позволяет производителям ориентироваться как на ищущих эксклюзивности покупателей с высокими доходами, так и более практичных покупателей со средним уровнем доходов.

Плетеные изделия, кроме яркой декоративности, отсутствия неприятных запахов и прохладности плетеных деталей мебели в жаркие дни обладают немаловажным на сегодняшний день качеством – экологичностью. Подавляющая масса используемых при их производстве материалов – натуральное сырье с минимальной степенью обработки. Плетеная мебель выдерживает до 500 кг тяжести, срок службы ее в помещении 10 – 15 лет, на улице при условии защиты от сырости – 6 – 8 лет.

Основной вид отечественного материала при производстве плетеных изделий – ивовый прут. Род ивы – *Salix L.* содержит до 200 видов. Академик В. Н. Сукачев высоко оценивал значение ивы для внутренней промышленности и экспорта.

Ива обладает большими экологической амплитудой скоростью роста, многие виды легко размножаются вегетативно, поэтому выгодно использовать эту породу при создании защитных лесонасаждений, облесении песчаных пустырей и мест избыточного увлажнения, создании противопожарных опушек. Кора ивы – растительный дубитель кожи, способный в этом качестве заменить дуб, обладающий ценной древесиной. Декоративность многих видов ив (в особенности ивы шаровидной и ивы плакучей) обуславливает их широкое применение в озеленении населенных мест.

Плетение из ивового прута является одним из традиционных для Беларуси видов декоративно-прикладного искусства, что вкупе со всем изложенным выше позволяет говорить о большом потенциале данного вида деятельности для культурно-экономического развития республики, а следовательно, о необходимости повышения внимания к хозяйственному разведению ивы.

ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИЙ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ПРЯМЫХ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТЬ БЕЛАРУСИ

Н.М. Смоляк

Научный руководитель – к.э.н. *В.В. Валетко*
Белорусский государственный технологический университет

Неблагоприятные экономические и институциональные условия в стране не способствуют модернизации промышленности Беларуси на основе прямых иностранных инвестиций (ПИИ) как решающего фактора развития для стран с переходной экономикой. Удельный вес иностранных инвестиций в первом квартале 2003 г. составил лишь около 1% (4,2 млн. USD) в их общей величине или 16% к уровню 2002 г. Однако результаты полугодия

существенно улучшили результаты первого квартала. Из запланированных на 2003 г. 1500 млн. привлечено 510,6 млн. USD (не считая банковской сферы). Причем, что важно, более 55% этой суммы (282 млн. USD) составляют как раз ПИИ. Для Беларуси это значительный прогресс. За полугодие ПИИ привлечено больше, чем за последнее пятилетие, а рост по сравнению с аналогичным периодом прошлого года составил 4,1 раза.

Представляет значительный интерес ответ на вопрос имеет ли страна ясную инвестиционную стратегию? Значительные надежды в привлечении иностранных инвестиций возлагаются на свободные экономические зоны (СЭЗ) страны – от них в 2003 г. ожидают почти 610 млн. USD. Это в среднем по 100 млн. USD на каждую из шести СЭЗ. Еще примерно 205 млн. USD рассчитывают привлечь на уровне коммунальной собственности в регионах. Остальные 685 млн. USD запланированных на 2003 г. иностранных инвестиций разбросаны по министерствам и концернам. Более всего "нагружены" концерн "Белнефтехим" (180 млн. USD), Минпром (124 млн. USD), Минсвязи (70 млн. USD), Минэнерго (60 млн. USD), Минсельхозрод (40 млн. USD) и "Беллесбумпром" (39 млн. USD). Всего на данные ведомства приходится 75% от запланированных инвестиций.

Насколько оправдались расчеты правительства по результатам полугодия? Во-первых, не оправдали надежд и СЭЗы. Наибольший результат показали СЭЗ "Брест" (10,7 из запланированных 125 млн. USD) и СЭЗ "Минск" (5,8 из 85 млн. USD). На остальных "льготных территориях" движения почти не наблюдалось. Это еще раз подтверждает, что для инвесторов важны не столько налоговые и иные льготы, сколько правовые гарантии прав собственности, для всех субъектов экономики. Во-вторых, не сходятся с запланированным и распределение иностранных инвестиций по отраслям. Минпром, Минэнерго, Минсельхозрод и "Беллесбумпром" ПИИ не привлекли. Не оправдались и расчеты на "Белнефтехим", где рассчитывали на 180 млн. USD, а получили пока всего 32, из которых лишь около 9 млн. USD – ПИИ. Вместе с тем, концерн "Беллегпром" из запланированных на 2003 г. 8 млн. USD иностранных инвестиций уже привлек 6,8 млн. USD, причем прямых. Рекордсменом стало Минсвязи, куда иностранцы вложили без малого 75 млн. USD инвестиций, из них 53 млн. – прямых. Как видим, иностранцы вкладывают в отрасли, направленные непосредственно на потребителя и дающие наиболее быструю отдачу. Доказательством этому служит также тот факт, что 27% всех ПИИ по различным отраслям за полугодие так или иначе связаны с торговлей и общественным питанием, и лишь 17% вложено в промышленность. Инвестиционная стратегия правительства на 2003 г., таким образом, не оправдывается. На ближайшую перспективу можно прогнозировать сохранение отмеченных тенденций. Однако постепенно развитие сферы услуг и потребительских отраслей дотянется до некоторого приемлемого для Беларуси уровня, и инвесторы начнут искать наиболее рентабельные капиталоемкие проекты.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГОРОДСКИХ ЗЕМЕЛЬ

Т.М. Братенкова

Научный руководитель – д.э.н., профессор *А.В. Неверов*
Белорусский государственный технологический университет

Для эффективного и рационального управления земельными ресурсами необходимо знать их будущую и настоящую ценность. В этой связи особенно остро стоит вопрос экономической оценки земель городов. Однако, возрастающая на современном этапе общественного развития лимитирующая роль природы, требует перехода от чисто экономической оценки природных ресурсов к их эколого-экономической оценке.

Эколого-экономическая оценка земель городов строится на рентной основе, представляя собой комплексный подход к определению социальной ценности ресурсов, основанный на признании равной важности экологической и экономической составляющих при системообразующей роли первой.

Нами рассмотрен подход эколого-экономической оценки городских земель (на примере

города Минска), в основе которого лежит принцип альтернативной стоимости, который указывает на величину потерь, вызванных новым направлением использования земли. В нашем случае – это потери экономической ценности сельскохозяйственных угодий, вызванные их трансформацией в городские земли. Величина потерь измеряется капитализированной рентой.

Рентная текущая оценка одного гектара сельскохозяйственных угодий по нормативному методу рассчитывается по формуле:

$$R = \frac{Ц \times p}{(1 + p)} \times K_U \times K_1, \quad (1.1)$$

где Ц - цена продукта природопользования; p - коэффициент эффективности (рентабельности) производства продукции природопользования; K_U - коэффициент соотношения экологических и экономических интересов природопользования; K_1 - выход конечного продукта природопользования (амбарная урожайность) [1].

Для более полной эколого-экономической оценки отдельных земельных участков города следует применить поправочный коэффициент к нормативной оценке земель, который учитывает в большей степени их ценность в экологическом отношении [2]. Поэтому оценку городских территорий в первом приближении можно произвести по следующей формуле:

$$O_r = \frac{R \times \Pi}{q} \times K_{cэ}, \quad (1.2)$$

где O_r - приближенная денежная оценка одного гектара городской территории, \$/га; R - рентная текущая оценка продукта природопользования (урожайность), \$/га; Π - размерная величина продукта природопользования, ц; q - коэффициент капитализации, учитывающий экологическую ценность территории (0,02); $K_{cэ}$ - коэффициент социально экологической значимости территории (от единицы и выше).

Нами была сделана оценка, которая является нижним пределом экономической оценки городских земель, так как развивающийся рынок земли в нашей стране неизменно вносит свои коррективы. Социально-экологическая значимость территории вносит заметный вклад в величину экономической оценки городских земель, что в обязательном порядке необходимо учитывать как при построении платы за землю, так и при выборе направлений повышения рациональности (эффективности) использования городских территорий, их обустройства и т.п.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИЗА ПЛАТЁЖЕСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕГО ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А.Е. Венедиктов

Научный руководитель – *И. В. Макаренко*

Белорусский государственный технологический университет

Анализ состояния финансовой системы Республики Беларусь выявляет острую необходимость привлечения иностранных инвестиций. Данный факт объясняется в первую очередь тем, что именно благодаря валютным поступлениям в виде торговых кредитов, ссуд, займов, финансового лизинга обеспечивается финансирование дефицита торгового баланса и потери валюты на продажу населению. С другой стороны, активные капитальные вложения в основные производственные фонды являются одним из важнейших путей повышения качества выпускаемой продукции, расширения её ассортимента, что в конечном счёте определяет её конкурентоспособность как на внутреннем, так и на внешнем потребительских рынках.

По данным Министерства статистики и анализа РБ, в январе-апреле 2003 года отрицательное сальдо внешней торговли составило 150,6 млн. долл. США. За этот же период времени в экономику республики было привлечено 340 млн. долл. США иностранных инвестиций. То есть сальдо внешней торговли было перекрыто инвестициями. При этом иностранные вложения в основной капитал в белорусских рублях составили всего 62 млрд.

Таким образом, приведённые данные свидетельствуют, что привлечение иностранных инвестиций в значительной степени обеспечивает стабильность финансовой системы республики.

С проблемой инвестирования тесно связан вопрос оценки платёже- и кредитоспособности предприятий, поскольку игнорирование данного аспекта увеличивает риск нестабильной ситуации на финансовом рынке республики в случае возникновения необходимости возвращения вложенных средств.

В настоящее время одним из решающих факторов успешной работы предприятий с иностранными инвестициями в условиях рынка становится корпоративное управление. В недавнем прошлом многие инвесторы, в том числе и иностранные, закрывали глаза на слабость корпоративного управления в РБ: их привлекали высокие прибыли и обширные возможности для инвестирования. Сегодня из-за значительных рисков, с которыми сопряжено вложение средств в экономику республики (нестабильность налогового законодательства, например), ситуация изменилась. Для привлечения инвесторов крупного капитала необходимо овладеть принятой во всём мире процедурой корпоративного управления. В общем, корпоративное управление предполагает использование предварительного анализа предприятия с целью оценки его инвестиционной привлекательности и внедрение на предприятии финансовой отчётности, которая составляется как в соответствии требованиями белорусского законодательства, так и с учётом норм Международных стандартов финансовой отчётности.

Таким образом, расчёт коэффициентов платёже- и кредитоспособности является, своего рода, начальным этапом комплексной оценки объекта инвестирования. Анализ именно этих показателей помогает иностранному инвестору определить потенциальный риск вложений средств в производство того или иного предприятия.

В связи с вышесказанным необходимо исследовать возможности практического применения принципов корпоративного управления на одном из предприятий Республики Беларусь.

ТОРГОВАЯ МАРКА КАК ИНСТРУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО ПРОДВИЖЕНИЯ

О.В. Германчук

Научный руководитель – к.э.н. *М.В. Коротков*

Белорусский государственный технологический университет

Сегодня для многих компаний принципиально важно знать, что зарегистрированная торговая марка компании, ее продуктов – это неременное условие для успешной работы на рынке.

Современным рынком правит выбор. Каждый потребитель в любой товарной категории имеет огромное количество привлекательных вариантов для покупки. Сам факт продажи находится в голове покупателя, поэтому задача маркетинга направить предпочтения и вкусы покупателей к определенной торговой марке. По – другому – “лояльность” потребителей к торговой марке компании. Огромную роль в осуществлении этого процесса играет информация и способ донесения этой информации до покупателей. Человеческий мозг признает лишь ту информацию в растущем информационном потоке, которую он признает значимой.

Любая торговая марка требует определенной программы по ее продвижению, чтобы завоевать умы и желания потребителей.

В своем продвижении торговая марка проходит несколько этапов:

- 1 - й этап – марка неизвестна аудитории, соответственно, на этом этапе главной задачей является привлечения внимания к этой марке;
- 2 – й этап – марка мало известна аудитории, следовательно, основной задачей маркетинга является формирование интереса к марке;
- 3 – й этап – большая осведомленность, соответственно, задачами маркетинга является расширение знаний о марке;
- 4 – й этап – большая степень предпочтения, соответственно, задачами маркетинга становятся: сохранение и защита имиджа, расширение осведомленности, сохранение приверженности,

увеличение продолжительности жизненного цикла, то есть ее долговечности.

Алгоритм продвижения марки складывается из следующих этапов:

- определение рыночного сегмента, для которого предназначен рыночный продукт, услуга;
- позиционирование торговой марки, то есть марка должна занять определенную позицию в умах покупателей;
- медиапланирование продвижения, то есть выбор методов коммуникационного воздействия на целевую группу и разработка маркетингового бюджета.

Успех продвижения торговой марки зависит не только о применяемых способов самого продвижения и количества вложенных в это денег. Марка не будет востребована аудиторией, если компания производит товар низкого качества.

В конечном итоге эффективность продвижения марки определяется двумя показателями:

- увеличение количества продаж и, следовательно, прибыльностью организации;
- ценой марки, которая в простом варианте может быть рассчитана как разница между ценой продажи с использованием марки и реальной ценой товара, условно – это те деньги, которые потребитель отдает, приобретая при этом дополнительную ценность. Можно идти по пути прогнозируемых объемов продаж с целью определения стоимости марки в будущем.

ДОХОДЫ И РАСХОДЫ ЛЕСХОЗА РБ И ИХ АНАЛИЗ

Н.Ф. Жуковская

Научный руководитель – *И.В.Макаренко*

Белорусский государственный технологический университет

Соотношение доходов и расходов лесхозов значительно влияет на финансовые результаты их деятельности, что определяет необходимость анализа факторов, влияющих на данные показатели, с целью увеличения прибыли.

Основные источники доходов лесхозов: бюджетное финансирование и самофинансирование (хозрасчет). Расходы и доходы бюджетной деятельности точно соответствуют установленной смете, их анализ нецелесообразен. В лесхозах важен анализ по хозрасчетной деятельности, так как за счет ее происходит возмещение расходов собственными доходами.

Анализ доходов ГЛХУ «Лидский лесхоз» свидетельствует, что доходы в отчетном периоде увеличились на 77,40%. Этому способствовало увеличение прочих операционных доходов на 8,83%, внереализационных доходов на 0,84%. Также наблюдается увеличение расходов за счет увеличения прочих операционных расходов на 9,65% и налога на прибыль и иных обязательных платежей на 3,10%.

Анализ состава и оценки доходов и расходов лесхозам необходимо углубить для изучения динамики их показателей.

Вместе с тем доходы, расходы и выручка от реализации увеличились одинаковыми темпами, а также увеличилась рентабельность реализации на 8,37%, в то время как выручка от реализации в 1 руб. доходов снизилась на 9,68 коп. Анализ динамики показателей расходов в ГЛХУ «Лидский лесхоз» отразил увеличение рентабельности расходов до 10,40%, темп роста расходов в 164,50% меньше темпов роста доходов, доходы на 1 руб. расходов увеличились и составили 107,92%.

Для выявления факторов, оказавших влияние на изменение результативного показателя – рентабельность произведенных расходов (+8,10%) необходимо проведение факторного анализа по следующей детерминированной модели:

$$\frac{П}{Р} = \frac{П}{В} * \frac{В}{Д} * \frac{Д}{Р},$$

где П – прибыль, ден. ед.;

В – выручка от продаж, ден. ед.;

Р – расходы, ден. ед.;

Д – доходы, ден. ед.

Результаты анализа свидетельствуют, что на изменение рентабельности расходов оказали влияние увеличение рентабельности реализации на 8,42% и увеличение доходов на 1 руб. расходов на 0,77%.

Однако данный анализ в лесхозах РБ не ведется, что не позволяет определить эффективность использования доходов и целесообразность произведенных расходов в сравнении с полученными доходами.

РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КАК СИСТЕМА

И.Л. Игнатьева

Научный руководитель – к.э.н., профессор **В.Н. Платонов**
Белорусский государственный экономический университет

Развитие человеческих ресурсов воспринимается исследователями как процесс, как система или как совокупность элементов. Наиболее часто выделяются следующие элементы развития: выработка стратегий, прогнозирование и планирование потребности в кадрах, управление карьерой и профессиональным ростом, организация процесса адаптации, обучения, тренинга, формирование организационной культуры. В большинстве случаев авторы не обосновывают выбор элементов, которые включены в их системы развития персонала. Можно предположить, что элементы включены в систему эклектично.

В результате исследования было определено, что прогнозирование и планирование потребности в кадрах относятся к системе формирования человеческих ресурсов. Организацию процесса адаптации целесообразно изучать в рамках становления специалиста.

Понятие развития выделяет из общей массы изменений такие, которые связаны с обновлением системы, с внутренним структурным и функциональным изменением, превращением в нечто новое, иное. Повышение квалификации, переподготовка, управление карьерой и профессиональным ростом имманентны системе развития персонала, но не достаточны для комплексного рассмотрения проблемы.

Все подходы к развитию человека в системе производства благ и услуг указывают, какие действия, процессы должны быть осуществлены. Это позволяет говорить о развитии кадров (персонала, человеческих ресурсов) как об особой деятельности, системе, имеющей свое специфическое содержание. Поэтому при создании систем развития кадров, персонала, человеческих ресурсов мы предлагаем в качестве модели-основания выбрать модель, описывающую виды деятельности. Существуют четыре вида деятельности: оценочная деятельность, познавательная, преобразовательная (проектная), общение (управленческая). Оценочная деятельность в системе развития работников предполагает оценку потребности в развитии. Познавательная деятельность связана с отдельными работниками, их потенциалом. Преобразовательная (проектная) деятельность связана с переходом в другое состояние функционирования. Осуществление этого перехода предполагает усилия кадрового потенциала, а не только потенциала отдельных работников. Роль общения относительно системы развития сотрудников подчеркивается у многих исследователей. Н.П.Беляцкий описывает его как один из факторов успешного развития персонала, называя его поведением сотрудников.

Развитие сотрудников как система будет включать четыре подсистемы: оценка потребности развития; индивидуальное развитие; осуществление преобразований; подсистема коммуникаций. В самом общем виде в подсистему оценки потребности развития войдут: работники предприятия, консультанты как субъекты, производящие оценку, кадровый потенциал и потенциал кадров – объекты оценки, способы деятельности, благодаря которой осуществляется оценка потребности в развитии (аттестация). Подсистема индивидуального развития включает отдельных работников в качестве субъекта, потенциал работников – объект развития, переподготовку, повышение квалификации, карьеру как способы развития. В

подсистему осуществления преобразований входят следующие элементы: субъект преобразований – коллектив работников, объект – кадровый потенциал, к способам деятельности относят организационное развитие. Подсистема коммуникаций описывает взаимоотношения объекта и субъекта развития. Эти взаимоотношения могут быть построены следующим образом: субъект – объект, субъект – субъект, субъект – объект – субъект. Способы, при помощи которых выстраиваются данные взаимоотношения, заключаются в стиле управления, структуре организации, корпоративной культуре.

РЭГІЯНАЛЬНАЯ ДЫФЕРЭНЦЫЯЦЫЯ БЕСПРАЦОЎЯ Ў БЕЛАРУСІ

А.С. Казлоў

Навуковы кіраўнік – прафесар, д.э.н. *У.А. Кулажанка*

Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт

Даследаванне скіравана на праверку гіпотэзы ўплыву агламерцыйных эфектаў на размеркаванне ўзроўняў беспрацоўя у рэгіёнах Беларусі. Аналіз статыстычных дадзеных паказвае, што структура ўзроўняў беспрацоўя ў рэгіёнах Беларусі, якая ўзнікла ў першыя гады пераходнай эканомікі засталася надзіва стабільнай. Гэта вынікае перш за ўсё з нізкага ўзроўню міжрэгіянальнай міграцыі і з абмежаванага механізму аплат адносна рэгіянальных рынкаў працы. Заробкі ў рэгіёнах з вышэйшым беспрацоўем на шмат ніжэйшыя чым у ў рэгіёнах з нізкім уроўнем беспрацоўя, аднак танная працоўная сіла толькі ў невялікай ступені прыцягвае інвестыцыі. Для фірм вышэйшае значэнне ў ацэнцы прывабнасці рэгіёнаў маюць агламерцыйныя эфекты, якія заключаюцца ў стварэнні спрыяльнага для развіцця эканамічнай дзейнасці клімату ў месцах, дзе гэтая дзейнасць ўжо добра развітая.

Паколькі эфекты агламерцыйныя маюць большае значэнне ад эфектаў заробкавага і міграцыйнага, рыначны механізм не прыводзіць да істотнага выраўнання міжрэгіянальных адрозненняў. У выпадку значнай актывізацыі міграцыі магло б дайсці да пэўнай канвергенцыі ўзроўняў беспрацоўя, аднак гэта не прывяло б да узросту занятасці ў эканамічна слабых рэгіёнах, а хутчэй больш чым прапарцыянальную страту працоўнай сілы у адносінах да страты месц працы. Гэта азначае, што без больш актыўнай рэгіянальнай палітыкі дзяржавы, верагоднасць эканамічнага ўздыму і захавання занятасці нізкая. Беспрацоўе значна большае ў малых гарадах, а магчымасці стварэння новых працоўных месцаў больш верагодныя ў агламерцыях. На тэрыторыі Беларусі налічваецца 71 горад, большасць людзей якога працуе на адным прадпрыемстве, агульная колькасць занятых у іх — 92 тысячы чалавек. Згодна з дадзенымі Міністэрства працы 35 працэнтаў горадаўтваральных прадпрыемстваў стратныя, а на кожным пятым з іх узровень зарплаты значна ніжэйшы, чым у сярэднім па краіне. Маюца на ўвазе малыя гарады і малыя прадпрыемствы, якім, пры захаванні ранейшага профілю вытворчасці, аказалася цяжка прыстасавацца да рынковых умоў. Да гэтага дадаюцца праблемы са збытам. Прычына — не столькі якасць, колькі цэнавы фактар. Прадпрыемствы-аналагі ў былых сацыялістычных краінах на Захадзе і Усходзе здолелі не проста правесці мадэрнізацыю, пазбавіцца ад выдаткаў на сацыяльную інфраструктуру, але і "прывесці ў адпаведнасць" з рэальнымі аб'ёмамі вытворчасці колькасць персаналу.

Агламерцыйныя эфекты выклікаюць павышэнне маятнікавай міграцыі (штодзённыя паездкі з малога горада ў агламерцыйны цэнтар на працу). Аб'ём рынку значна ўплывае на ўзровень беспрацоўя. Рэгіёны з большым ўнутраным рынкам і ў пэўнай ступені тыя, што размешчаныя недалёка ад эканамічных цэнтраў дэманструюць ніжэйшы ўзровень беспрацоўя. Разлік рэгрэсійнай мадэлі паказвае на падставе статыстычных даных, што адрозненне ўзроўняў беспрацоўя па рэгіёнам у Беларусі ў большай ступені залежыць ад агламерцыйных эфектаў, чым ад рыначных механізмаў.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Березовик Н.В.

Научный руководитель – к.э.н., доцент *Л.А. Сюсюкина*
Белорусский государственный технологический университет

Переходный характер белорусской экономики, трудности в проведении рыночных преобразований и другие методы налагают свой отпечаток на состояние и особенности формирования цен в республике.

Целью доклада является комплексный анализ проводимой в последние годы ценовой политики в республике, определение ее перспектив. Особое внимание уделено вопросам механизма государственного регулирования, совершенствования действующего налогового законодательства/3/, изучению опыта других стран.

В докладе представлена эволюция государственной ценовой политики с 1992 по 2003 год/2/, особое место уделено рассмотрению закона « О ценообразовании», а также ряда нормативных актов, регулирующих ценообразование в Республике Беларусь на данном этапе. В работе описаны и проанализированы основные методы государственного регулирования ценообразования, приведены результаты их применения. Рассмотрены вопросы косвенного и прямого регулирования цен.

В итоге можно сделать следующие выводы:

1. в целях проведения более гибкой ценовой политики рекомендуется законодательно закрепить все случаи госрегулирования цен(тарифов, расценок, ставок), а также более детально проработать закон « О ценообразовании», в частности определив, что выбор конкретных форм ценообразования должен осуществляться соответствующими государственными органами с учетом не только государственных интересов и складывающейся социально-экономической ситуации, но и с учетом интересов субъектов хозяйствования;
2. возможно совершенствование прямых методов регулирования за счет уменьшения списка социально-значимых товаров, отмены регулирования рентабельности на большинство товаров и услуг (за исключением естественных монополистов), а также за счет совершенствования формирования себестоимости (пересмотр нормируемых затрат);
3. с регулированием цен на непродовольственные товары отлично справляется рынок.

Литература:

1. Полещук И.И, Терешина В.В. Ценообразование. Учебник – Мн.: БГЭУ, 2001.
2. Ракова Е.Ю. Направления совершенствования государственного регулирования потребительских цен в Беларуси // Белорусский экономический журнал, №2,2002
3. <http://www.ncpi.gov.by> – Национальный центр правовой информации Республики Беларусь

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С КЛИЕНТАМИ

О.И. Козловская

Научный руководитель – к.э.н. *В.Г. Куртин*
Белорусский государственный технологический университет

Большинство предприятий сталкивается с проблемой дефицита информации о клиентах, их платежеспособности, надежности, занимаемом положении на рынке. Результатом могут стать просроченные платежи, ухудшение финансового состояния предприятия. В целях контроля различных аспектов взаимоотношений с клиентами по коммерческим договорам предприятиям рекомендуется создавать базу данных на покупателей (заказчиков). Основой

этой базы данных является досье, которое представляет собой определенным образом структурированную совокупность всех имеющихся данных о заказчике (покупателе). Такое досье служит для контроля покупателя на предмет его надежности и финансовой устойчивости, соблюдения им договорной дисциплины, для контроля выполнения договорных обязательств самой организацией (предприятием – изготовителем). Досье должно включать:

- все реквизиты заказчика, в том числе его наименование, адрес (юридический и фактический) и телефон (факс), платежные реквизиты;
- дату и результаты предварительных переговоров;
- данные по всем заключенным с заказчиком договорам и их фактическому исполнению, в том числе по полноте и своевременности отгрузок, по расчетам за продукцию;
- данные по проведенной работе по инкассации просроченной дебиторской задолженности (звонки, уведомления, личные посещения и т.д.);
- данные по спорам (в части претензионной и судебной работы); статистические данные по частоте заключения договоров, по выполнению заказчиком договорных обязательств и другие возможные данные по аспектам взаимоотношений организации и заказчика.

Досье должно регулярно пополняться в соответствии с новыми сведениями о клиенте.

Также каждому покупателю (заказчику) целесообразно присваивать категорию риска. Ранжирование заказчиков (покупателей) по категориям риска (классы заказов по рискам: высокий, средний, низкий или другие) производится по результатам работы с заказчиком (покупателем) на основе следующих условий:

- степень выполнения обязательств по расчетам за продукцию;
- на основе статистического учета рассчитывается степень выполнения договорных обязательств отдельными покупателями, а также группами покупателей, сформированными по критериям рыночного сегментирования (география, размеры организации, отраслевая принадлежность и т.д.);
- положение на данном рынке – является ли он посредником или самостоятельным производителем (потребителем) продукции;
- если ранее конкретный заказчик не имел хозяйственных связей с предприятием, т.е. является совершенно «новым» контрагентом, то категория риска его заказа определяется на основе степени выполнения обязательств той характерной группой заказчиков (покупателей), к которой он отнесен в соответствии с определенными критериями рыночной сегментации.

Затем происходит заключение договора с указанием основных прав и обязанностей сторон, при этом в результате переговоров с участием представителей обеих сторон контрагенты приходят к соглашению.

ОТРАСЛЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ ФОНДОВ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

О.В. Лацевская

Научный руководитель – д.э.н., профессор *В.А. Кулаженко*
Белорусский государственный технологический университет

Химический и нефтехимический комплекс функционирует в русле основных закономерностей развития экономики страны, находящейся в состоянии кризиса. Рентабельность реализованной продукции, работ, услуг за январь-июнь 2003г. составила 12,6%. Доля убыточных предприятий составляет 37,9%, при этом на 36,6% от неубыточных предприятий отрасли рентабельность менее 5%. Снижается уровень загрузки производственных мощностей, в 2002г. он составил 56,1%. Просроченная кредиторская задолженность по состоянию на 1 января 2003 г. по сравнению с 1 января 2002 г. выросла на 27,7% и составила 99,6 млрд. руб.

Сложное финансово-экономическое состояние предприятий комплекса, во многом

обусловлено высоким уровнем износа основных производственных фондов (ОПФ), низким уровнем их обновления (в 2000 г. износ активной части ОПФ превзошел 85%, а обновление составило 2,2%), а также постоянным повышением цен на импортируемые сырьевые ресурсы и энергоносители (так, цена нефти в первом полугодии 2003 г. выросла по сравнению с прошлым годом в 1,56 раза). В производстве преобладают устаревшие технологии со средней продолжительностью использования 22 года, характеризующиеся негативными экологическими влиянием и высоким расходом сырья и энергоресурсов (на 20-30% затраты выше аналогичных зарубежных технологий). Отрасль характеризуется непрерывностью технологических процессов, что требует поддержания оборудования в рабочем режиме даже при снижении загрузки и вносит значимый вклад в рост затрат на производство. Условия эксплуатации оборудования (высокие или низкие температуры, вакуум или низкое давление, взрывоопасные и огнеопасные условия) оказывают влияние на темпы износа ОПФ, что часто приводит к досрочному выбытию и недоамортизации ОПФ. Как следствие, качественное и своевременное проведение капитального ремонта – не только средство восстановления оборудования, но и обязательное условие обеспечения безопасности работы и охраны окружающей среды. Поэтому закономерно, что затраты на проведение капитального ремонта занимают большой удельный вес в воспроизводственной структуре ОПФ комплекса и наблюдается их относительный рост. Отметим, что и в нормальных условиях воспроизводства для отрасли характерна большая продолжительность капремонта, чем в промышленности в среднем.

Традиционные технологии в структуре производства отрасли составляют более 50%, высокие – менее 7%. Доля белорусских технологий, используемых предприятиями, – всего 4,5%. По причине отсутствия научной и проектной базы, которая обеспечивала бы прогресс нефтехимической отрасли республики, предприятия вынуждены привлекать потенциал зарубежных научных центров (объемы выполняемых ими работ составляют около 50% от всех финансируемых из инновационного фонда концерна «Белнефтехим»).

Таким образом, на основе проведенного анализа можно выделить следующие три типа основных особенностей воспроизводства основных производственных фондов: экономические, организационно-технологические и социальные.

УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ УЧЕТ И ЕГО МЕСТО В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Т.В. Лещевич

Научный руководитель – *И.В. Макаренко*

Белорусский государственный технологический университет

Управление затратами на предприятии предполагает создание системы управления, которая обеспечила бы оперативный учет и контроль за конечными результатами деятельности предприятия и позволила решать задачи, связанные с эффективным использованием ресурсов и принятием обоснованных управленческих решений. В странах с развитой рыночной экономикой эта проблема решена благодаря делению всей системы бухгалтерского учета на финансовый и управленческий, а бухгалтерии — на финансовую и управленческую.

Вопросы организации управленческого учета на предприятиях Республики Беларусь в настоящее время весьма актуальны в связи с утверждением 04.05.1998г. Государственной программы перехода на международные стандарты бухгалтерского учета, утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 694, которая поставила своей целью приведение существующей системы бухгалтерского учета в соответствие с международными стандартами финансовой отчетности и требованиями рыночной экономики. В связи с этим первостепенной становится задача развития управленческого учета на отечественных предприятиях на основе ранее накопленного опыта, традиций и международных принципов.

На наш взгляд внедрение управленческого учета на предприятиях РБ позволит эффективно управлять затратами на предприятии, однако потребует иного построения аналитической работы на предприятии и адаптации зарубежных систем учета применительно к национальным особенностям.

Одной из систем управленческого учета является система “директ-костинг”, основанная на разделении затрат на постоянные и переменные по признаку их взаимосвязи с объемом производства и калькулирование на их основе неполной, ограниченной себестоимости по носителям затрат. При рассмотрении системы “директ-костинг” часто встречается термин “учет ограниченной, неполной или сокращенной себестоимости”, на наш взгляд, наиболее приемлемым названием данной системы является термин “маржинальный метод бухгалтерского учета”.

Среди современных теоретиков и бухгалтеров-практиков существует много противоречивых точек зрения по поводу различных аспектов применения системы планирования и учета неполной себестоимости с позиции оперативности, доступности и наглядности предоставляемой информации для принятия управленческих решений, что потребовало рассмотрения вопросов организации учета затрат и результатов по данной системе.

Применение системы “директ-костинг” на отечественных предприятиях позволит расширить аналитические возможности учета, объективнее оценить уровень затрат на производство и реализацию продукции и эффективно управлять процессом формирования финансовых результатов.

Однако важнейшим объективным условием применения данной системы является изменение требований к бухгалтерскому учету в направлении его оперативности и гибкости, а также необходимость перехода отечественной системы бухгалтерского учета и отчетности на международные стандарты.

ИННОВАЦИОННЫЙ ФАКТОР В ИНВЕСТИЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ

А.А. Пузыревская

Научный руководитель – д.э.н., профессор *В.А. Кулаженко*
Белорусский государственный технологический университет

Движущей силой развития экономики является капитал, увеличение которого происходит с помощью инвестиций. Для достижения оптимальной эффективности инвестиционного процесса необходимо соблюдение его неразрывной связи с внедрением инноваций. Инвестирование в объекты, не носящие инновационный характер для данного вида деятельности, является экономически нецелесообразным, так как на момент фактического использования инвестиционного продукта он будет уже устаревшим. С ускорением развития большинства технологий важность инновационной направленности инвестиций еще больше возрастает. С другой стороны, рассмотрение инноваций в отрыве от инвестиций приводит к неадекватной количественной и качественной оценке возможной их эффективности, что значительно снижает вероятность практического внедрения инновационного проекта. Характерными чертами инноваций, отличающими их от небольших количественных изменений в техническом базисе производства, являются: качественный скачок в уровне техники (критерий новизны) и значительный экономический, социальный или другой эффект в результате инновации (критерий эффективности). В целом, оценка инноваций аналогична оценке инвестиций и проводится схожими методами.

При инвестировании в форме капитальных вложений необходимо учитывать преимущества технического перевооружения и реконструкции по сравнению с новым строительством. Повышение эффективности производства достигается с меньшими капитальными удельными вложениями за счет сокращения затрат на строительство инженерных коммуникаций, зданий и сооружений подсобного и складского назначения. Преимуществом является и наличие опытных квалифицированных кадров на действующих предприятиях, что дает возможность ускорить освоение производственных мощностей и

технико-экономических показателей производства. Эти преимущества на текущий момент являются важными и часто определяющими для нашей страны, однако необходимо учитывать и некоторые неблагоприятные факторы: проведение реконструктивных работ без остановки производства, в стесненных условиях, зависимость проекта технического перевооружения от существующей базы.

Инновации развиваются по S-образной кривой, отражающей зарождение, скачкообразный рост и постепенное достижение зрелости технического проекта. Максимальный эффект от инновации ощущается в период роста. При достижении фазы зрелости отдача от инвестиций уменьшается. Следовательно, необходимо уметь определять технологический предел, чтобы вовремя прекратить инвестирование в проект, который уже нельзя усовершенствовать. Анализируя ситуацию в нашей стране, можно сказать, что подавляющее большинство используемых инновационных технологий достигло фазы зрелости и их практическое применение не позволяет достигнуть не только оптимальной эффективности, но даже просто обеспечить эффективную работу без каких-либо льгот и дотаций.

Периоды перехода от одной группы инновационных продуктов и процессов к другой называются технологическими сдвигами. При возникновении сдвига формируется новая S-образная кривая. Возникает волнообразная картина развития инноваций. Примерно с середины 80-х гг. начинается пятая волна Н. Кондратьева, основными элементами которой являются развитие компьютерных и биотехнологий.

СЕЗОННОСТЬ ПРОДАЖ В НАРУЖНОЙ РЕКЛАМЕ

Н.В. Трунина

*Научный руководитель – к.э.н., доцент **В.Ф. Паршин**
Белорусский государственный экономический университет*

Одним из основных факторов, определяющих эффективность организации рекламной деятельности, является фактор сезонности. Знание этого фактора имеет существенное значение для любого рынка, в том числе и для рынка наружной рекламы, так как позволяет продавцам спланировать свои доходы и потери, а покупателям оценить величину и качество предложения на рынке.

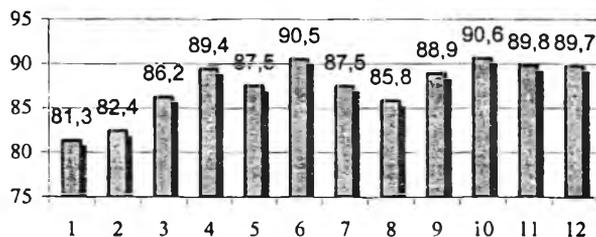
Несмотря на очевидную значимость данного фактора и необходимость его учета на рынке рекламных услуг до настоящего времени не существует единого мнения о том, существует ли сезонность в наружной рекламе в принципе и если да, то какова она и по какой методике ее можно просчитать. Дискуссии по данному вопросу ведутся достаточно активно, особенно в период согласования годовых цен и объемов размещения, но пока они достаточно беспредметны, так как специальных исследований по рассматриваемой теме не проводилось.

На практике сезонность продаж в наружной рекламе определяется на основании данных о количестве пустых поверхностей и поверхностей, занятых под социальную и городскую рекламу, в том или ином городе Республики Беларусь за отчетный период. Остальные поверхности считаются проданными. Соответственно, их доля в общем количестве рекламных поверхностей и составляет уровень продаж, который можно анализировать как в структуре, так и в динамике.

Безусловно, эта методика имеет ряд ограничений, обусловленных, прежде всего с порядком определения статуса непроданной стороны. Однако, как показывают результаты исследования, они позволяют достаточно объективно определить общие тенденции сезонности продаж в наружной рекламе, которые по всем городам Республики Беларусь практически одинаковы:

Результаты проведенного нами исследования сезонности продаж в наружной рекламе в г. Минске и г. Гомеле наглядно показаны на графике.

Средний уровень продаж щитовых конструкций (6х3 м) в 2000-2002 гг., % г. Минск и г. Гомель



Таким образом, сезонность продаж на рынка наружной рекламы присутствует. Какие отсюда могут быть практические шаги? Они должны касаться, прежде всего, уровня цен и сроков проведения кампании: в месяцы с низкими объемами продаж наружной рекламы должны быть введены сезонные скидки, в то же время продавцы могут требовать более длительных сроков размещения коммерческой рекламы.

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Д.И. Сыч

Научный руководитель – к.э.н., профессор *А.П. Михалкевич*
Белорусский государственный экономический университет

Финансовый результат является комплексным показателем, характеризующим конечную эффективность деятельности любого предприятия. Однако при изучении существующей методики его формирования в системе бухгалтерского учета обнаруживается несоответствие ее требованиям, предъявляемыми потребностями рыночной экономики и международными стандартами финансовой отчетности. Так, определение момента реализации по отгрузке, в результате которой возникает непогашенная дебиторская задолженность, и последующий расчет прибыли от данной реализации, на наш взгляд, является довольно спорным. Исследования, проведенные как на макро-, так и на микроуровне показывают, что изменения дебиторской задолженности за отчетный период сопоставимы с размером отраженной в отчетности балансовой прибыли за этот период, а в некоторых отраслях экономики – превышают ее в несколько раз. Негативным моментом является и высокий удельный вес прироста просроченной дебиторской задолженности в полученной прибыли. Следовательно, в данном случае о дебиторской задолженности можно говорить только как о доходах будущих периодов, а не о высоколиквидном активе, находящемся в распоряжении организации. Это, соответственно, должно найти свое отражение и на методике формирования финансового результата на бухгалтерских счетах.

Достоверность исчисляемого финансового результата также зависит и от обоснованности формирования затрат отчетного периода. Поэтому, учитывая требования МСФО №2 «Запасы», на предприятиях производственной сферы предлагается включать управленческие и сбытовые расходы в расходы отчетного периода общей суммой без их распределения на реализованную продукцию и оставшуюся на складе. Также необходимо отметить, что в целях соответствия содержания показателя себестоимости продукции с его экономической сущностью необходимо соблюдать порядок его формирования на счетах учета затрат. В себестоимость должны включаться расходы, связанные с производством продукции в полном объеме. Для целей налогообложения сверхнормативные производственные расходы должны увеличивать только налогооблагаемую прибыль. Следует отметить, что данные подходы реализованы в России и будут применены в нашей республике в результате перехода на новый План счетов.

Также предлагается использовать мировую практику переноса убытков отчетного года на следующий. Данное предложение исходит из международного принципа действующего предприятия.

Проблему представляет и определение величины налогооблагаемой прибыли, необходимой для расчета налога на прибыль. На наш взгляд, взаимосвязка налогооблагаемой прибыли с балансовой приводит, во-первых, к жесткой регламентации затрат, что недопустимо для предприятий с различной спецификой деятельности, и во-вторых, к использованию громоздких расчетов и, как следствие, значительному временному интервалу между получением прибыли и уплатой налога на нее, что, в свою очередь, влечет потери госбюджета и снижение эффективности налоговой политики. Вследствие этого методика расчета налога на прибыль необходимо увязать с движением именно денежных средств, что позволит сделать ее оперативной и более однозначной.

ХАРАКТЕРНЫЕ ЧЕРТЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ И ОРГАНИЗАЦИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

И.К. Рудак

Научный руководитель – д.э.н., профессор *Н.П. Беляцкий*
Белорусский государственный экономический университет

На современном этапе развития экономики актуальной и наиболее волнующей темой большинства руководителей различных стран мира становится управление человеческими ресурсами.

Грамотный выбор методов, приемов и способов управления персоналом; применение современных методик отбора персонала на предприятии, а также использование научных подходов к планированию потребности в нем и становятся наиболее распространенными проблемами как для HR – менеджеров, так и для линейных руководителей и топ – менеджеров.

Принимать во внимание, прогрессивные тенденции и наработки в области управления персоналом представляется для управленцев отечественных предприятий главной задачей в их деятельности по выживанию и развитию бизнеса.

Заметим, что управление персоналом, представляя собой особую форму человеческой деятельности, является достаточно специфичной.

Что присуще для развитых стран (США, Японии, Германии, Франции, и т.д.) кардинально отличается от действующего механизма управления персоналом в отечественной практике.

Внедрение и использование новейших разработок не возможно без учета специфики действующей системы в области управления человеческими ресурсами на предприятии. Поэтому представляется целесообразным выявить характерные черты, специфику управления персоналом на предприятиях и организациях Республики Беларусь.

Для достижения поставленной цели была использована методика анкетирования руководящих работников различных отечественных предприятий и организаций. В анкету был включен ряд вопросов с фиксированными вариантами ответов, которые требовалось либо выбрать, либо оценить по бальной системе. При этом работнику предоставлялась возможность дополнить фиксированный перечень и высказать свое мнение по поставленному вопросу.

Результатом исследования стало выявление инструментария по управлению персоналом, используемого отечественными управленцами в своей деятельности; степени эффективности взаимодействия руководителей со своими сотрудниками; общепринятой схемы приобретения персонала в организации (на предприятии); основных приемов, применяемых в управлении персоналом организации для достижения определенного уровня рыночной активности; перечня «нынешних» потребностей топ-менеджеров и их сотрудников.

Проведенное анкетирование позволило увидеть не только сильные и слабые стороны существующей системы управления персоналом, но и дало возможность обнаружить насколько расходятся или совпадают взгляды руководителей отечественных и зарубежных предприятий по управлению человеческими ресурсами с целью развития управления персоналом в будущем.

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ

А.И. Екельчик

Научный руководитель – к.э.н., доцент *Е.В. Гурина*
Национальный институт образования

Важнейшим приоритетом ресурсной политики Республики Беларусь является создание условий для функционирования и развития экономики при максимально эффективном использовании ресурсов.

Любой вид материального производства предполагает преобразование энергии и ресурсов, которое, в свою очередь, происходит по определенным естественным законам. Понимание этих законов является очень важным при анализе взаимосвязей между экономикой и ресурсами, в частности при планировании внедрения новых технологических подходов для решения проблем ресурсосбережения, связанных с экономической системой производства и потребления.

Разработка и внедрение организационно-экономических методов и проведение мероприятий по стимулированию ресурсосбережения позволят во многом устранить их нерациональное использование и способствовать внедрению быстрокупаемых и технологических мероприятий.

В последние годы обострение ресурсной проблемы для многих субъектов хозяйствования Беларуси связано с высокой стоимостью ресурсов и низкой эффективностью производства. Высокая себестоимость выпускаемой продукции предприятий обусловлена в значительной степени затратами на первичные и вторичные ресурсы, доля которых возросла.

Реально минимизировать количество непригодных вторичных ресурсов может движение в сторону переработки.

Сегодня масштабное решение проблемы ресурсообеспечения промышленных предприятий – достаточно сложная задача. Потребители ресурсов вынуждены прибегнуть к ресурсосбережению, в первую очередь с помощью более жестких организационно-экономических мер по устранению расточительства и сокращению непроизводительных расходов и прямых потерь при использовании первичных и переработке вторичных ресурсов, самоограничению в потреблении первичных ресурсов, а также путем внедрения, при ограниченных финансовых затратах, наиболее эффективных и малозатратных инноваций.

Решением этой проблемы может быть не только экономия ресурсов путем ограничения их потребления, но и разработка организационно-экономических мер по рациональному использованию все более дефицитных и дорогостоящих для республики ресурсов.

Определяющими ресурсосберегающими мероприятиями могут быть: нормирование ресурсопотребления; мониторинг расхода первичных и вторичных ресурсов; материальное стимулирование рационального использования ресурсов. Такой комплекс мероприятий способен обеспечить существенную экономию потребляемых ресурсов в сфере производства промышленной продукции.

ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИКОЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Т.В. Кузнецова

Научный руководитель – д.э.н., профессор *И.И. Полещук*
Белорусский государственный экономический университет

Отличительной чертой функционирования логистических технологий является формирование постоянных или временных оперативных управленческих структур. Логистика, логистические технологии могут существовать в двух разновидностях: «внешняя» (федеральные, региональные, местные) - логистические центры «общего пользования» и «внутренняя», как структура внутри предприятия. На практике может быть смешивание

«внешней» и «внутренней» логистики.

Внедрение логистических технологий связано с необходимостью усовершенствования и повышения эффективности управленческих, а так же и организационных функций физических процессов перемещения товаров и информации. Если при этом управленческие функции различных предприятий слабо структурированы и плохо организованы, то нельзя ожидать какого-либо логистического эффекта (уменьшения запасов, сокращение производственного цикла изготовления продукции, снижение затрат на транспортировку). Формирование таких функциональных задач управления является основой создания организационных структур управления логистикой. Управлять можно, если имеются определённые временные или постоянные организационные структуры. Управление логистическими технологиями - это функция организованной логистической системы, которая обеспечивает сохранение определённой структуры и поддержание заданного режима деятельности с целью осуществления эффективного процесса перемещения товаров, денежных средств и передачи информации. Организационно - структурно логистика может быть представлена как юридически самостоятельный объект управления, объединяющий услуги для группы предприятий, делегирующих часть своих полномочий на базе контрактных договорных отношений этой структуры.

Организационно это оформляется в виде логистического центра «общего пользования» с централизованной «внешней» управленческой деятельностью по отношению к предприятиям, доверившим ему свои логистические технологии. Организационно логистика может так же функционально вписываться во внутреннюю структуру управления предприятия и рассматриваться как внутренняя децентрализованная система управления. Для решения временных задач товародвижения может существовать и смешанная форма управления. «Внутреннюю» децентрализованную систему управления создают на конкретных предприятиях как специализированную структуру одного функционального звена предприятия или как структуру объединяющего управленческого звена. Структурно это можно представить в виде отдела, департамента, или это может быть независимая логистическая функция в рамках общей структуры управления предприятием. При решении вопроса о вариантах логистических структур на предприятии необходимо комплексно изучить особенности хозяйственной деятельности предприятия.

Эффективность логистических технологий достигается тогда, когда вновь создаваемая служба убедительно доказывает каждому специалисту других подразделений целесообразность их создания и эффективность функционирования.

В зависимости от размеров предприятия, целей, задач, направления деятельности выбирается вариант частичного или полного интегрирования логистического управления.

ПРОБЛЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Н.Г. Гриб

Научный руководитель – к.э.н., доцент *Т.А. Везубова*
Белорусский государственный экономический университет.

Налоги – это обязательные платежи, взимаемые государством в принудительном порядке с целью осуществления своих функций и покрытия государственных расходов. В нашей республике вопрос налогообложения стоит достаточно остро. Во многом это связано с доминирующим положением государственной формы собственности, что не позволяет развить сферу товарно-денежных отношений, необходимую для нормального функционирования рыночных отношений. Цель исследования - найти оптимальные пути совершенствования действующей налоговой системы Республики Беларусь

Анализ экспортно-импортных потоков показывает, что наша отечественная продукция мало конкурентна. Это объясняется большими издержками на её производство, которые затем определяют и высокий уровень цен. Результатом непродуманного ценообразования являются низкие прибыли наших предприятий, а иногда и убытки. В структуре цены значительный

удельный вес занимают налоги ($C = C/c + \text{Пр} + A + 2.5\% + 2\% + \text{НДС}$).

При этом оборотные налоги, включаемые в цену «лишают» белорусских производителей 4,5 % от выручки. Однако они не идут к зачёту, вследствие чего их размеры постепенно занимают не 4,5%, а значительно больше. В России такие налоги уже отменены, а в Беларуси только планируют от них отказаться. Вместе с тем, налоговую нагрузку нельзя снижать быстрее, чем на 2 – 3 % ВВП в год, в противном случае остро станет вопрос с наполняемостью бюджета. Одним из выходов из данной ситуации может быть использование зачётно-метода при реализации объектов на территории Республики Беларусь.

Анализ проведенного исследования показал, что один налог, каким бы он ни был, не может воздействовать на все сферы экономики, это может сделать только система налогов. Она должна быть рациональной и эффективной. Во многом эффективность системы налогообложения зависит от тех инструкций, которые должны доносить до налогоплательщиков всю сущность налогов. Однако, к сожалению, для многих нормативных документов, касающихся налогов, свойственны такие характеристики как расплывчивость, неточность и противоречивость определений. Инструкции МНС иногда расширяют, иногда сокращают права налогоплательщиков по сравнению с законами. К тому же, принятая в этом году Общая часть Налогового кодекса, исключает ряд прогрессивных норм, в том числе и ту, по которой в течение бюджетного года не должны приниматься нормативные акты, ухудшающие положение налогоплательщиков. Кроме того, в Кодексе отсутствует положение, согласно которому все противоречия между законодательными актами, должны трактоваться в пользу налогоплательщиков. Все это приводит к ущемлению прав налогоплательщиков. Устранению этих недостатков могло бы способствовать включение в налоговый кодекс нормы обязательной экономической экспертизы всех принимаемых нормативно-правовых актов по налогообложению. В настоящее время проводится только юридическая экспертиза при включении в Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, что является недостаточно эффективным.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИЗА СРЕДЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО БИЗНЕСА

П.Т. Бинцаровский

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.А. Грабауров*
Белорусский государственный экономический университет

Метод определения относительной эффективности Интернет-ресурсов электронной коммерции, ориентированных на модель «бизнес-потребитель» (B2C), основанного на технологии анализа среды функционирования, которая представляет собой новый инструмент организации и анализа данных. Эффективность - относительный эффект, результативность процесса, операции, проекта, определяемые как отношение эффекта, результата к затратам, расходам, обусловившим, обеспечивавшим его получение.

В рамках этого исследования под эффективным Интернет-ресурсом понимается такой, который максимизирует ключевые переменные выхода при минимизации соответствующих переменных входа. Под переменными входа понимаются показатели Интернет-ресурса, которые характеризуют количество труда, затраченного на создание и поддержку сайта. Под выходом понимается трафик, сгенерированный Интернет-ресурсом. Эти показатели были выбраны, исходя из того факта, что основной целью Интернет-ресурса электронной коммерции является привлечение посетителей на сайт. Следовательно, в рамках этого исследования, эффективный Интернет-ресурс – это сайт, у которого отношение количества посетителей к количеству страниц, контенту, затратам по управлению контентом и т.д. максимально

Такое узкое определение эффективности Интернет-ресурса устраняет многие проблемы, связанные с неопределенностью входных и выходных параметров сайта. Смещение фокуса к статистически измеримым показателям делает возможным применение других методов, используемых для определения операционной эффективности. Примером такого метода

является анализ среды функционирования (АСФ) (data envelopment analysis, DEA), уже достаточно широко используемый в практике западных компаний, но, к сожалению, не нашедший применения в РФ. В нашей стране эта технология до настоящего времени не использовалась и практически неизвестна.

Наиболее часто в качестве средства повышения эффективности сайта предлагается следование примеру успешным примерам. Достаточно распространены также и советы по улучшению дизайна, контента, и другие улучшения Интернет-ресурсов, следование которым должно обеспечить увеличение количества пользователей сайта, и, как результат, повышение эффективности электронной коммерции. Достоинством такого подхода является его простота. Однако, этот метод повышения эффективности обладает рядом недостатков, которые не позволяют достичь максимального результата. Такие инструкции стремятся к универсальности советов, вместо понимания потребностей посетителей конкретного ресурса. В результате следования успешным примерам может повыситься логичность подачи материала, повышается предсказуемость, простота использования интерфейса, но не достигаются цели посетителей конкретного ресурса.

Еще одним методом анализа сайтов и работ по повышению эффективности является анализ информации логов сервера. Анализ количества хитов (обращений к серверу) используется широко, так как позволяет подключить статистические методы анализа. Однако, и этот метод имеет ограничения, которые снижают эффективность его применения, что предполагает проведение дальнейших исследований.

ОТРАСЛЕВАЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ В ПРОЦЕССАХ МИРОВОЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ

Т.И. Власенко

Научный руководитель – д.э.н., профессор *И.В. Новикова*
Белорусский государственный экономический университет

За последние десятилетия в отношениях мировой торговли произошли важные изменения. Доли рынка Японии и других азиатских стран увеличились за счет других стран. В то же время во многих европейских странах наблюдается замедление экономического роста и растущая безработица. Эти изменения обусловили повышение интереса экономистов и политиков к факторам, влияющим на конкурентоспособность, ведь речь идет о глобальной экономической конкуренции за право каждой страны занять достойное место в системе мирового хозяйства.

Анализ результатов современных исследований свидетельствует о том, что проблему конкурентоспособности страны сменила проблема конкурентоспособности отдельных отраслей. Известный экономист М. Портер одним из первых высказал мнение о том, что термин «конкурентоспособная страна» не имеет большого самостоятельного значения для процветания государства, так как цель государства в экономике – обеспечить гражданам высокий (и повышающийся) уровень жизни. А конкурентоспособность национальной экономики обеспечивают конкретные предприятия, производящие товары и услуги.

С другой стороны, в условиях жесткой конкуренции на мировом рынке успеха отдельного предприятия недостаточно, чтобы обеспечить конкурентоспособность страны. Предприятие с уникальной технологией может совершить прорыв, но удерживать конкурентное преимущество в дальнейшем возможно, лишь имея надежных национальных поставщиков и сильных конкурентов. В настоящее время на мировом рынке конкурируют кластеры и отрасли.

В своей теории М. Портер представил также модель стадий экономического развития. Согласно этой модели, экономика на первой стадии развития опирается на факторы производства, обеспечивающие преимущества по издержкам, на второй стадии – на инвестиции, обеспечивающие эффективность производства, а на третьей – на инновации, создающие уникальную стоимость. Таким образом, Портер указал на важность инноваций для

конкурентоспособности, однако рассматривал их лишь как один из источников конкурентоспособности. Исследователи же из Норвегии и Швеции утверждают, что именно инновации являются источником экономического роста и успешной торговли, так как значительно увеличивают конкурентоспособность и влияют на отраслевую специализацию. Данное утверждение верно как для больших, так и для малых стран и для всех отраслей, а не только для высокотехнологичных. Кроме того, специализация в технологически отсталых секторах может привести к снижению экономического роста в стране. В свете этих выводов особенно тревожно выглядят результаты анализа, проведенного экспертами белорусского института приватизации и менеджмента. Они показывают, что по группе из 203 средне- и высокотехнологичных товаров, традиционно экспортируемых из РБ, снижение конкурентоспособности за последнее время произошло по 112 товарам. При этом только 12 товаров являются конкурентоспособными на мировом рынке.

Проблема конкурентоспособности, в последнее время приобретающая все большую актуальность, переместилась на уровень отраслей. Именно конкурентоспособность отдельных отраслей обеспечивает конкурентоспособность национальной экономики на мировом рынке.

БИЗНЕС-ПЛАН КАК ОСНОВА ДЛЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ

Е.В. Галай

Научный руководитель – д.э.н., профессор *А.В. Бондарь*
Белорусский государственный экономический университет

Едва ли не каждая белорусская компания хотя бы раз занималась составлением бизнес-плана. В подавляющем большинстве случаев к этому вынуждает желание привлечь внешние (как правило, иностранные) инвестиции. Характерно, что в подавляющем же большинстве случаев такие попытки бывают безуспешными. Известно, что в число составляющих инвестиционного климата входит и бизнес-планирование, причем в отличие от более глобальных проблем этот вопрос находится в компетенции руководства каждой отдельной компании. И на первый план выступает свойство бизнес-плана, о котором обычно говорят гораздо меньше: это важнейший инструмент внутрифирменного управления. Между внешней и внутренней функциями бизнес-плана существует тесная связь. Например, опыт показывает, что если начинать не с первой, а со второй, то инвесторы потом приходят сами.

Содержание внутрифирменного планирования как функции управления компанией состоит в обоснованном определении основных направлений и пропорций развития производства с учетом материальных источников его обеспечения и рыночного спроса. Сущность планирования проявляется в конкретизации целей развития всей фирмы и каждого подразделения в отдельности на установленный период времени; определении хозяйственных задач, средств их достижения, сроков и последовательности реализации; выявлении материальных, трудовых и финансовых ресурсов, необходимых для решения поставленных задач.

Работа по бизнес-планированию, по привлечению финансовых инвестиций – это не простые проекты, они требуют позиции, знания предмета. Инвестор отчетливо понимает, что если вы не можете сделать нормальный бизнес-план, то уж дело вы тем более не сможете поставить. Итак, цель бизнес-плана – убедительно показать, каким образом деньги или иные ресурсы инвестора превратятся в еще большие деньги для того же инвестора. Иными словами, инвестор должен увидеть прибыль не после, а до того, как истратит деньги на предлагаемый проект. Возможности консультантов в привлечении инвестиций под бизнес-план ограничены из-за неготовности отечественных руководителей квалифицированно управлять реализацией проекта. Люди, которые делают инвестиции, должны иметь гарантии прежде всего прав собственности, и никто не будет вкладывать деньги в стране, где не умеют управлять, считать прибыль. По сравнению с директивным планированием бизнес-планирование означает "больше плана" – планирование не только производства, но всех сторон деятельности компании

Бизнес-план – это продукт внутренней управленческой деятельности, хотя потребителем

его являются чаще всего внешние контрагенты: инвесторы, кредиторы, деловые партнеры. Необходимый минимум гарантий для привлечения иностранных инвестиций: во-первых, поставленный устойчивый бизнес (после реализации бизнес-плана он должен выйти на новый качественный уровень), во-вторых, управленческая команда (проект не должен быть ориентирован на одного человека), имущественные гарантии (залог, пакет акций предприятия).

Можно рекомендовать разработку двух бизнес-планов. Первый составляется для тех, кто может занять вам деньги или вложить их в ваш бизнес. Этот план призван вызвать у инвестора уверенность, что приводимые прогнозы реалистичны, а цели достижимы. Второй план - для самого предприятия.

КРИТЕРИЙ ПРИНЯТИЯ ФИНАНСОВОГО ПЛАНА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕОРИИ СИСТЕМ

Д.Г. Королев

Научный руководитель – к.э.н., профессор *А.В. Шапковский*
Белорусский государственный экономический университет

В современной отечественной теории финансовое планирование на предприятии трактуется как процесс научного обоснования движения финансовых ресурсов и соответствующих финансовых отношений, охватывающий определение доходов и поступлений, расходов и отчислений, конечных финансовых результатов и предполагаемого их использования на период. Данное определение, на наш взгляд, отражает техническую сторону явления и требует некоторого уточнения при рассмотрении предприятия как сложной социально-технической системы.

С точки зрения теории систем основными элементами финансового планирования являются: определение целевого состояния финансовой системы предприятия и путей перехода в это состояние. И целевое состояние и траектория перехода в него могут быть описаны при помощи построения финансово-экономической модели предприятия. Инструментарием здесь выступают методы ранговой статистики и балансовый метод.

Для формирования целевой направленности движения финансовой системы, учитывающей требования получения лучших финансовых результатов и обеспечения финансовой устойчивости, строится интегральная модель путем построения нормативного (эталонного) порядка мер движения финансовых показателей, упорядоченных по темпам прироста, и представляющих ранговый ряд. Такой нормативный порядок движения показателей называется динамическим нормативом и моделирует идеальный режим деятельности предприятия, являющийся базой сравнения в определенном смысле объективной.

В анализе и планировании можно использовать стратегический и тактический динамический нормативы. Стратегический норматив отражает итоги проведения финансовой стратегии на предприятии, заключающейся в выборе приемлемой структуры вложений (между оборотными и основными активами), источников финансирования (собственные, заемные средства), проявление результата которого возможно через значительный промежуток времени.

Тактический динамический норматив отражает результаты финансово-хозяйственной деятельности в краткосрочный период, когда на первый план выходит задача управления оборотными активами, текущими пассивами и их элементами.

Разница в применении стратегического и тактического норматива должна учитываться при выборе показателей, используемых при построении нормативов, и базируется на закономерностях протекания инвестиционного, операционного, финансового циклов предприятия. На основании плановых или фактически достигнутых значений показателей можно также можно построить динамические ряды и посредством расчета коэффициентов ранговой корреляции Кенделла и Спирмена оценить степень их близости с эталонным. На основании значений этих коэффициентов рассчитывается единый интегральный показатель, позволяющий выразить одним числом динамику всей системы.

При осуществлении финансового планирования, когда экономический режим

деятельности предприятия еще только моделируется, требованием выступает максимизация, насколько это возможно, указанных коэффициентов. Следовательно, интегральный коэффициент становится критерием принятия финансового плана.

О НЕОБХОДИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СПРАВЕДЛИВОЙ СТОИМОСТИ В НАЦИОНАЛЬНОМ БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ

А.И. Кругликова

Научный руководитель – к.э.н., доцент *В.А. Березовский*
Белорусский государственный экономический университет

В период развития рыночных отношений в РБ актуальной проблемой для современной экономики является приведение существующей в нашей стране системы бухгалтерского учета и отчетности в соответствии с требованиями Международных стандартов финансовой отчетности. Сближение с мировой практикой ведения бухгалтерского учета является необходимым условием улучшения инвестиционного климата страны, интеграции в мировую экономику. Следует отметить, что в зарубежной практике предусматривается все более широкое использование оценки по справедливой стоимости как категории оценки бухгалтерского учета, а не только раскрытия учетной информации. Справедливая стоимость по МСФО – это сумма денежных средств, на которую можно обменять актив при совершении сделки между хорошо осведомленными, желающими совершить такую операцию сторонами.

Внедрение учета по справедливой стоимости связано с определенными трудностями и отсутствием необходимых условий по его применению на современном этапе. Однако имеющиеся преимущества данного метода свидетельствуют о необходимости и возможности его использования в национальном бухгалтерском учете.

Во-первых, оценка по справедливой стоимости предоставляет более объективную основу для оценки активов по сравнению с методом фактических затрат, поскольку отражает текущую рыночную стоимость этих активов; во-вторых, позволяет принимать оперативные и рациональные управленческие решения, так как ориентиром и базой для принятия этих решений выступают не фактические затраты, а справедливая стоимость активов и пассивов на конкретный момент времени; в-третьих, предоставляет наилучшую основу для сопоставимой информации об активах; в-четвертых, предоставляет лучшую основу для оценки результатов работы хозяйствующего субъекта в отчетном периоде, поскольку своевременно отражает результаты всех экономических изменений, относящихся к активам и пассивам предприятия, в отличие от учета по фактическим затратам.

Несмотря на имеющиеся преимущества, необходимо отметить, что ведение учета по справедливой стоимости, во-первых, возможно в условиях наличия активного рынка. В настоящий момент, когда в РБ отсутствует активный рынок, то в этой ситуации основная трудность заключается в получении информации, доказывающей и подтверждающей обоснованность оценки по справедливой стоимости. Во-вторых, одной из основных причин, затрудняющих внедрение передовых методов учета и оценки, является новизна учета по справедливой стоимости в сравнении с уже привычным методом фактических затрат, что требует как дополнительных расходов, связанных с повышением трудоемкости учетно-аналитической работы на предприятии, так и с повышением требований к профессиональной квалификации учетно-аналитических работников. Вместе с тем, следует отметить, что повышение требований к профессиональному уровню бухгалтеров является объективной и неизбежной тенденцией, свойственной настоящему периоду развития и реформирования системы бухгалтерского учета РБ.

УЧЕТ СЕЗОННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ПЛАНИРОВАНИИ РОЗНИЧНОГО ТОВАРООБОРОТА

Е.Г. Мазурова

Научный руководитель - д.э.н., профессор *Л.И. Кравченко*
Белорусский государственный экономический университет

На большинстве предприятий розничной торговли товарооборот в течение года формируется неравномерно. Выделяют квартальные, месячные и недельные колебания розничного товарооборота. Все факторы, формирующие внутригодичные колебания товарооборота, можно условно разделить на 3 группы: факторы товарного предложения; факторы покупательского спроса; факторы, связанные с изменением в хозяйственной деятельности в течение года.

Наиболее простым и дающим приемлемые результаты при планировании квартального и месячного товарооборота является метод относительной средней. Для проведения расчетов необходимо использовать данные о квартальных, месячных оборотах минимум за 4 года.

На основании рассчитанных индексов сезонных колебаний в целях устранения случайных факторов определяют индексы сезонности (J_i). Последние целесообразно определять по средней арифметической из центральных членов ряда, т.е. берутся средние из сезонных колебаний без учета крайних (максимального и минимального значений). Сумма индексов за 4 квартала должна быть равна 400. Если есть отклонения, они устраняются путем пропорционального изменения индексов. Для удобства представления данных и проведения расчетов целесообразно составлять специальную аналитическую таблицу 1.

Таблица 1.

Расчет прогнозного значения розничного товарооборота
ОАО «Подарок» в 1-4 кварталах 2004г.

| Кварталы /Годы | Товарооборот (Т ij), млн.руб. | | | | Индексы сезонных колебаний (J ij) % | | | | Индекс сезонности (J i) % | | Прогнозный товарооборот млн.руб. |
|----------------------------------|----------------------------------|-------|-------|--------|--|-------|-------|-------|------------------------------|--------------|--|
| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | Первоначальный | Выпрямленный | |
| 1 | 4 | 33 | 55 | 143 | 26.2 | 56.2 | 66.5 | 61.1 | 52.5 | 58.4 | 365.3 |
| 2 | 10 | 55 | 86 | 252 | 65.6 | 93.6 | 103.9 | 107.7 | 92.7 | 98.6 | 616.1 |
| 3 | 23 | 75 | 102 | 277 | 150.8 | 127.7 | 123.3 | 118.4 | 130.0 | 125.5 | 784.2 |
| 4 | 24 | 72 | 88 | 264 | 157.4 | 122.6 | 106.3 | 112.8 | 124.8 | 117.5 | 734.4 |
| Итого | 61 | 235 | 331 | 936 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 2500.0 |
| Средне- квартальный оборот | 15.25 | 58.75 | 82.75 | 234.00 | | | | | | | |

Таким образом, используя предложенный нами метод относительной средней, можно составить более обоснованный план товарооборота, поскольку этот метод позволяет учесть влияние сезонных колебаний, сложившееся за достаточно продолжительный период времени. Применение представленных в докладе аналитических таблиц позволяет наглядно представить процесс расчета показателей по кварталам, месяцам, более коротким промежуткам времени, а также максимально упростить процедуру математических вычислений особенно в условиях автоматизации расчетно-аналитических работ.

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БЕЛОРУССКОГО ЭКСПОРТА

Д.Н. Подрезов

Научный руководитель – д.э.н., профессор *Г.Г. Санько*
Белорусский государственный экономический университет

Главной стратегией отечественных производителей в современных условиях является расширение своего присутствия на рынках зарубежных стран. Следовательно, действующим и потенциальным экспортерам необходимо проявлять активность в реализации своей продукции. В настоящее время многие, в том числе и крупные предприятия, руководствуются принципом: захотят зарубежные покупатели купить товар — сами к нам придут.

Во всем мире наряду с развитием производственных технологий стремительными темпами внедряются новые формы и методы сбыта продукции, включаются современные механизмы взаимоотношений с клиентами и потребителями, задействуются технологии электронного бизнеса. Белорусские предприятия, выходящие на международный рынок, вынуждены изучать и осваивать новые технологии и инструменты торговли. Они должны уметь с ними работать, так как глобальная конкуренция — одно из последствий глобализации — набирает силу практически в любой нише мирового рынка. Еще одним важным условием стабильной и эффективной работы на любом зарубежном рынке является переход от разовых, нерегулярных поставок к долгосрочному сотрудничеству, установлению устойчивых связей с иностранными покупателями. Важно зацепиться за рынок, «застолбить» место хотя бы в небольшом его сегменте, идти для этого на уступки, в том числе, и конъюнктурные, а дальше — развивать достигнутое, осваивать завоеванный участок, расширять его. Белорусские предприятия, нередко пренебрегая малым, потом не получают и большого.

Важными факторами, влияющими на экспорт, являются деловая культура, а также рыночная предусмотрительность. Торговая марка (бренд) — одно из самых эффективных средств формирования и поддержания имиджа компании на внешнем рынке. До сих пор зарегистрированные за рубежом торговые марки имеют немногие из белорусских предприятий. Имели место случаи, когда белорусские экспортеры начинали поставлять свою продукцию на международный рынок, а в это время «предприимчивые» иностранные граждане регистрировали на свое имя их бренды, что создавало значительные препятствия для дальнейших экспортных поставок.

Белорусским экспортерам необходимо осознавать, что на российском рынке произошли значительные изменения. Он постепенно превратился в международный с присущей ему степенью конкуренции и ее методами, а также с иными требованиями, предъявляемыми к качеству, сервису, упаковке, оптовой торговле и т.п. На этом рынке необходимо работать по-новому. Бартер, зачеты — все это постепенно уходит в прошлое. В республике необходимо уделить первостепенное внимание вопросам улучшения параметра «цена-качество» продукции, составляющей основу белорусского экспорта в Россию, поскольку из-за потери конкурентоспособности продукции белорусские товаропроизводители могут потерять не только российский, но и белорусский рынок.

Необходимо оказать финансовую поддержку развитию экспорта белорусской продукции путём направления средств фонда поддержки экспорта в первую очередь на обеспечение функционирования товаропроводящей сети, маркетинговую и информационную поддержку экспорта.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ, СДЕРЖИВАЮЩИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ БАНКОВСКИХ КРЕДИТОВ ДЛЯ ПОПОЛНЕНИЯ ОБОРОТНОГО КАПИТАЛА И ФИНАНСИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

А.В. Яковлева

Научный руководитель – к.э.н. доцент *В.А. Березовский*
Белорусский государственный экономический университет

Дальнейшее развитие экономики во многом зависит от того, как скоро предприятия смогут рассчитывать на банковские кредиты. Ограниченность доступа к кредитным ресурсам выступает достаточно серьезным сдерживающим фактором развития экономики. Проведенные исследования позволяют заключить что потребность в банковском кредитовании продолжает возрастать. Можно перечислить множество обстоятельств, в которых предприятиям целесообразно использовать заемные средства. Это и возникающая потребность в пополнении оборотных средств, особенно в условиях перебоев с поступлением выручки, и необходимость замены и модернизации оборудования, и расширение производства, и многое другое. У предприятий появляется обширное поле деятельности для инвестирования.

Первая проблема, ограничивающая расширение кредитования предприятий, заключается в том, что банки располагают относительно небольшими финансовыми ресурсами. Второй и наиболее весомой причиной, сдерживающей масштабное использование предприятиями кредитов, является дороговизна для предприятий заемных денег. Для многих из предприятий в условиях тяжелого финансового состояния банковский кредит оказывается недоступным.

Как свидетельствуют результаты экономических расчетов, основанные на данных статистических исследований, в настоящей макроэкономической ситуации значение реальной процентной ставки, которая не угнетает инвестиционную активность предприятий, должно быть не выше 14-16 % реальных годовых. Соответственно, более высокий уровень реальной процентной ставки, который существует в силу высоких кредитных рисков, как правило, в период высокой инфляции, препятствует притоку кредитных ресурсов в производство.

Также понятно, что для расширения объемов кредитования банками предприятий только снижения стоимости заемных ресурсов недостаточно. Причина незначительного использования кредитов для финансирования капитальных вложений во многом лежит непосредственно в самих предприятиях.

Поэтому третьей причиной слабого финансирования капитальных вложений предприятий за счет заемных средств является неготовность многих предприятий производственного сектора к дополнительным инвестиционно-финансовым вложениям из-за отсутствия эффективных инвестиционных проектов и «непрозрачности» их финансово-хозяйственной деятельности.

Следующей причиной малой доли кредита в источниках финансирования капитальных вложений предприятий является недостаточная эффективность служб предприятий по привлечению заемного капитала, выражающаяся в неумении грамотно провести маркетинговые исследования, разработать эффективный проект и качественный бизнес-план.

Еще одной проблемой является обеспечение кредитов. В то время как банкам для снижения кредитного риска необходимы залоговые средства с высоким уровнем ликвидности, многие предприятия могут дать в залог лишь устаревшие элементы основных фондов.

РЕВИЗИЯ (АУДИТ) ДЕБИТОРСКОЙ И КРЕДИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТИ ПО РАСЧЕТАМ С ПОСТАВЩИКАМИ И ПОКУПАТЕЛЯМИ

С.Ю. Горяев

Научный руководитель – к.э.н., профессор *М.А. Снитко*
Белорусский государственный экономический университет

Своевременная и качественная ревизия расчетных операций позволяет выявить и предупредить факты нарушений, неэффективное исполнение расчетно-финансовой дисциплины, влияющей на платежеспособность предприятия, а также устранить выявленные недостатки в расчетных операциях и факты злоупотреблений. Каждая сумма дебиторской и кредиторской задолженности рассматривается с точки зрения возникновения долга, причины и давности образования задолженности, реальности ее получения. В ходе проверки необходимо установить, правильно ли отражены по статьям баланса соответствующие остатки задолженности. Для этого сличают остатки по каждому виду расчетов на одну и ту же дату по данным аналитического учета с остатками по синтетическим счетам 60, 62, Главной книги и бухгалтерского баланса.

В настоящее время одной из самых актуальных в правовом и экономическом отношении остается проблема отражения в учете дебиторской задолженности поставщиков. Если по условиям договора-поставки поставщикам сделана предварительная оплата, а на дату составления баланса материальные ценности не поступили, то на счете 60 «Расчеты с поставщиками и подрядчиками» образуется дебетовое сальдо. В этой связи возникают проблемы: где и в какой строке актива баланса отразить задолженность поставщиков, а также как определить момент перехода права собственности на передаваемое имущество. Планом счетов бухгалтерского учета и инструкцией по применению счета 60 предусмотрено, что счет 60 кредитруется на сумму фактически поступивших материальных ценностей в корреспонденции со счетами их учета. На практике счет 60 может кредитоваться на сумму оплаты за не поступившие материальные ценности со счетами их учета, а в начале нового месяца эти суммы сторнируются и числятся в текущем учете как дебиторская задолженность, что искажает картину о состоянии производственных запасов на складах предприятия и реальных размерах задолженности поставщиков.

Структура баланса, рекомендованная Четвертой директивой Европейского экономического сообщества, предусматривает в разделе «Прочие активы» статью «Предоплата и расходы будущих периодов». Следует выработать четкие юридические нормы и методики учета, на основе которых должна проводиться качественная и эффективная ревизия.

Проверяющему также следует установить, производилась ли инвентаризация расчетов со всеми дебиторами и кредиторами, ознакомится с перепиской и ее результатами, а в необходимых случаях провести встречную сверку расчетов.

Важным вопросом является проверка полноты и своевременности расчетов покупателей за принятую ими продукцию. В тех случаях, когда по отдельным покупателям проверка выявила устойчивую задолженность, то ее обоснованность, реальность устанавливается по данным первичных документов (счетов-фактур, товарных накладных), отражающих ее возникновение, а также выясняются причины ее образования и устанавливаются виновные лица. По просроченной дебиторской задолженности следует проверить какие меры принимались к ее погашению (письма-напоминания, претензии, исковые заявления) и их эффективность.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ. ВНЕШНЕТОРГОВОЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ

Д.В. Волосатова

Научный руководитель – преподаватель *А.А. Цыганков*
Белорусский государственный экономический университет

Экспорт является одним из приоритетов экономического развития Республики Беларусь. Экспортная ориентация экономики обусловлена сложившейся структурой хозяйственного комплекса, традиционно ориентированного на производство товаров для внешнего рынка, а также отсутствием в достаточном количестве собственных материально-сырьевых ресурсов. Экономика Беларуси исключительно зависимой от развития экспорта, и эта зависимость возрастает, что подтверждает рост экспорта по отношению к ВВП с 45,1% в 1995г., до 57% в 2000г. и около 60% в 2002 году. Причём, основной проблемой внешнеторгового оборота Республики Беларусь является повышения экспортного потенциала за счет роста экспортных цен.

Основными проблемами в сфере внешнеторгового ценообразования наряду с государственным регулированием, несовершенством системы налогообложения является и проблема информационного обеспечения внешнеэкономической деятельности Республики Беларусь. Выходу белорусских экспортеров на зарубежные рынки должны предшествовать масштабные маркетинговые исследования, в том числе и в области ценообразования. Стоимость таких исследований достаточно высока: от 2 тысяч долларов. Поэтому создание целостной системы информирования о ценах на мировых рынках товаров и услуг призвано не только обеспечить оперативный сбор и получение информации, но и значительно снизить издержки белорусских экспортеров. Кроме того функционирование такой системы снизит вероятность появления случаев недостаточной эффективности заключаемых внешнеэкономических контрактов, применения необоснованных цен, злоупотреблений, последующих расследований и санкций.

Разработкой такой системы занимается в настоящий момент Национальный центр маркетинга и конъюнктуры цен при Министерстве иностранных дел РБ. Система носит название «Конъюнктура справочных цен на мировых товарных рынках» (ИС «Мировые рынки») и предусматривает оказание информационных услуг на основе предоставления экспортерам специализированной маркетинговой информации о конъюнктуре цен на зарубежных товарных рынках и предназначена для повышения эффективности заключаемых юридическими лицами внешнеэкономических контрактов.

Применение ИС «Мировые рынки» позволит обеспечить комплексное использование информационного ресурса о конъюнктуре цен на товары и услуги в интересах абонентов, обеспечить оценку коммерческих и некоммерческих рисков заключаемых внешнеэкономических контрактов и принятия решений двух направлений осуществления ВЭД за счет: при экспорте – максимально возможного приближения контрактных цен к ценам, действующим на мировых и региональных рынках, обеспечивая профилактику работ по защите экономических интересов государства и сокращения случаев экспорта товаров в зарубежье по заниженным ценам; при импорте – сокращения и предотвращения случаев закупок белорусскими участниками ВЭД товаров и услуг по завышенным ценам, обеспечивая информационную поддержку работы тендерных комиссий, обоснованность решений при присуждении победы и минимизацию аспектов недобросовестного партнерства.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫБОРА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ ТРЕХКРИТЕРИАЛЬНОЙ МЕТОДИКИ СРАВНЕНИЯ НЕЧЕТКИХ ЧИСЕЛ

А.А. Ахрамейко, И.В. Гайдукевич

Научный руководитель – к. т. н., профессор *Б.А. Железко*
Белорусский государственный экономический университет

На практике часто приходится сравнивать инвестиционные проекты по какому-либо показателю, представленному нечетким трапециевидным числом. В этом случае используются методики сравнения нечетких чисел.

В простейшем случае предполагается, что $B(b_1; b_2; b_3; b_4) > A(a_1; a_2; a_3; a_4)$, когда $b_1 > a_4$, то есть когда число B находится на числовой оси целиком правее числа A . Подобный подход не удовлетворяет практическим потребностям, поскольку зачастую необходимо сравнивать взаимно пересекающиеся числа. Поэтому предложен ряд альтернативных методик сравнения нечетких чисел: сравнение с использованием индексов ранжирования; сравнение при помощи репрезентативных чисел; сравнение при помощи расстояний между сравниваемыми числами и инфимумом и супремумом или неким «идеальным» числом; сравнение при помощи линейного промежутка; сравнение при помощи упорядочения нечетких чисел с определенным горизонтом; сравнение на основе операции вложенности; методика двухкритериального сравнения нечетких чисел Венберга и прочие. Однако предложенные методики не позволяют учесть при сравнении нечетких чисел экономические аспекты, что на практике может приводить к выбору не самого лучшего, с экономической точки зрения, инвестиционного проекта.

Для выбора лучшего инвестиционного проекта предложим трехкритериальную модель, в которой в качестве критериев примем:

✓ критерий эффективности, рассчитываемый как частное прироста показателя (Δp), по которому проводится сравнение, и издержек ($costs$), которые понесет организация для реализации данного инвестиционного проекта: $fe(fe_1; fe_2; fe_3; fe_4) = \Delta p / costs$;

✓ критерий минимума неопределенности (s), лучшим признается проект, для которого значение критерия эффективности обладает наименьшим размахом ($fe_4 - fe_1$);

✓ критерий максимума полезности (m), лучшим признается проект, для которого отношение величины модальной области критерия эффективности к его размаху $((fe_3 - fe_2) / (fe_4 - fe_1))$ оказывается максимальным.

Для построения модели определения наилучшего управленческого решения применим аддитивную свертку, веса критериев ($v_{fe}, v_{s(fe)}, v_{m(fe)}$) в которой определяются экспертным путем или назначаются лицом, принимающим решения, а сами значения критериев нормируются. Итоговая модель определения наилучшего управленческого решения примет вид

$$bd = v_{fe} * fe + v_{s(fe)} * s(fe) + v_{m(fe)} * m(fe).$$

Лучшим признается проект, обладающий максимальным значением показателя bd .

Таким образом, предложена модель сравнения нечетких чисел, которая, в отличие от существующих, позволяет учесть при сравнении экономические аспекты.

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ В ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЕ

А.А. Нагибина

Научный руководитель – к.э.н., доцент *Е.В. Гурина*
Белорусский национальный технический университет

Сложность производственно-технических и социально-экономических процессов, протекающих в общественном производстве, постоянно возрастает. Одновременно усиливаются, становятся все более сложными требования, предъявляемые к управлению этими процессами. Повышение производительности труда, ускорение внедрения научно-технических достижений в практику, повышение технического уровня и качества продукции обуславливают более высокие требования, предъявляемые к системе управления, к эффективности и качеству работы каждого работника в системе управления. Систематическая разработка и внедрение мероприятий, направленных на совершенствование управления является одной из главных предпосылок постоянного повышения эффективности управленческой деятельности.

Важное место в системе современных прогрессивных инструментов управления, содействующих достижению более высокой эффективности производства, бесспорно занимает метод функционально-стоимостного анализа (ФСА). ФСА может быть внедрен там, где есть возможность обеспечить функцию целесообразной деятельности людей и где результаты их труда могут быть получены более чем одним способом. Главными достоинствами методологии ФСА являются: раскрепощение мышления специалиста, абстрагирование от ранее достигнутых результатов, от конкретики научно-технических или же организационно-экономических решений; обеспечение поиска принципиально новых, ранее неизвестных результатов, нацеленных на получение продукции нового качества и более высокого уровня потребительских свойств, и соответствующего удовлетворения общественных потребностей. Методологический комплекс ФСА в экономике известен как высоко эффективный, активный инструмент осуществления, прежде всего инновационной деятельности.

Объектом ФСА может быть как вся система управления, так и отдельная функция на различных уровнях и в разных отраслях народного хозяйства. Наиболее часто объектом ФСА выбирают отдельные функции, иногда – комплекс функций организаций производственного процесса и управления им на уровне цеха. Однако иногда более целесообразным является выбор для анализа целостного объекта, например, организационной структуры управления предприятием.

Сущность ФСА структуры управления предприятием заключается, во-первых, в установлении значимости подразделений и затрат на их деятельность и, во-вторых, в установлении значимости функций, выполняемых аппаратом управления, и затрат на их осуществление.

В заключение необходимо отметить общую закономерность: мы постоянно пытаемся втолкнуть, встроить ФСА в старые, окостенелые структуры, негибкие, не рассчитанные на действие экономических рычагов управления, абсолютно не заинтересованные в инновационной деятельности, повернутые лицом в прошлое и спиной к будущему, ко всему новому, и наблюдаем закономерную реакцию отторжения административно-директивным распорядительным организмом чуждых ему новаций.

МЕНЕДЖМЕНТ РЕКЛАМЫ В ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

О.В. Процко

Научный руководитель – преподаватель *Е.С. Третьякова*
Белорусский национальный технический университет

Инновационная деятельность – деятельность по доведению научно-технических идей, изобретений, разработок до результата пригодного в практическом использовании. В полном объеме инновационная деятельность включает все виды научной деятельности, проектно-

конструкторские, технологические, опытные разработки, деятельность по освоению новшеств в производстве и у их потребителей реализацию инноваций.

Для эффективности инновационной деятельности нужна реализация, для реализации нужна реклама, а рекламой нужно правильно управлять. Для этого и существует менеджмент в рекламе.

Менеджмент в рекламном бизнесе служит достижением главной цели:

быстрой и выгодной продаже товаров. При этом одновременно решаются три задачи рекламы: аттрактивная – привлечь внимание потенциальных потребителей к фирме или её товарам и услугам; доверительно-имиджевая – вызвать положительное отношение к фирме или её товарам, доверие к производственной организации; аргументационно-гарантийная – доказать, привести убедительные аргументы и гарантии в пользу выбора потребителем именно этих товаров и услуг.

В рекламном бизнесе менеджмент выполняет в целом те же задачи и функции и имеет тот же набор средств, методов и приемов достижения поставленных целей. В этом аспекте рекламный менеджмент можно рассматривать как управление рекламным процессом в полном его объёме, начиная с планирования и разработки рекламной компании и кончая донесением рекламного сообщения до потребителя.

В тоже время рекламный менеджмент имеет ярко выраженные специфические черты, которые в общем виде можно свести к специфике понятия «организация» в этом виде деятельности.

Одной из главных функций менеджмента по рекламе является функция стимулирования, обеспечения роста молодых кадров, конкурентоспособности фирмы. Все это достигается в результате его умения воздействовать на деятельность индивидуальных людей через дифференцированные способы материального и морального поощрения. Функции инновационного менеджера выполняются либо традиционным менеджером, либо специалистом, приглашенным со стороны. Главная цель инновационного менеджера – снизить риск в жизнедеятельности фирмы и создать комфортные условия работы для сотрудников. Инновационный менеджер должен хорошо разбираться в специфике покупателя товара, сложившейся ситуации на рынке. Точно, оперативно и достоверно прогнозировать возможные кризисы.

Таким образом, менеджмент предполагает профессиональное, эффективное управление организацией и осуществляется как деятельность, включая в себя постановку целей и задач организации, набор методов и приемов достижения целей, технологию решения производственных и социальных задач организации и т.д. Менеджмент – это и совокупность таких функций управления как : планирование, организация, руководство, координация и контроль для достижения целей организации посредством скоординированного использования человеческих и материальных ресурсов.

УЧЕТ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ УРОВЕНЬ ИНФЛЯЦИИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

А.Е. Батаева

Научный руководитель – старший преподаватель *О. В. Козленкова*
Белорусский национальный технический университет

В рыночной экономике предприятия осуществляют свою деятельность в условиях неопределенности, а, следовательно, идут на риск. Особое внимание необходимо уделить инфляционным рискам. Инфляцию можно определить как явление, связанное с наличием избыточных денег в обращении и приводящее в итоге к их обесцениванию по отношению к товарам, иностранной валюте, золоту. Инфляция характеризуется повышением общего уровня цен, причем цены растут на всех рынках в течении длительного периода времени. Экономика нашей страны характеризуется достаточно высокими темпами инфляции (40-80% в год), и, если не учитывать это обстоятельство, ожидаемый результат от производственно-хозяйственной

деятельности предприятия может значительно отличаться от действительного.

Производство конкурентоспособной продукции предполагает достаточно высокие затраты в данном периоде, которые закладываются в цены реализации. При высоких темпах инфляции полученные в будущем номинальные доходы от реализации будут значительно ниже реальных, приведенных к данному периоду времени. Поэтому инфляционную составляющую необходимо учитывать при формировании цены продукции. Для этого могут быть применены переменные цены – цены, меняющиеся во времени, которые, как ожидается, будут действовать на соответствующих шагах расчета. На начальном шаге они принимаются, исходя из фактических цен на момент расчета, а на последующих шагах рассчитываются с учетом прогнозов темпов инфляции. Также возможен расчет цены в условных денежных единицах, которые приравниваются, например, к доллару США, а на момент реализации пересчитываются по текущему курсу Национального банка и т. п.

Но эти меры не решают проблемы, поскольку конкурентоспособная продукция – это продукция не только высокого качества, но и реализуемая по мировым рыночным ценам. Инфляционное ценообразование завышает контрактную стоимость продукции, что выглядит особенно непривлекательно, поскольку контракты заключаются, как правило, за некоторый период времени до непосредственной их реализации, а высокие цены делают продукцию менее привлекательной по сравнению с продукцией конкурентов. Для преодоления такой ситуации предприятиям необходимо принимать все возможные меры по сокращению негативного влияния инфляции на конечные результаты деятельности. Такими мерами могут выступать: сокращение расходов сырья, материалов и энергии на производство продукции, поскольку рост на эти ресурсы увеличивает издержки производства и является основным инфляционным фактором; сокращение производственных запасов и незавершенного производства, так как это связывает оборотные средства и обесценивает их стоимость, создавая проблемы в их учете и образовании цен на продукцию; сокращение длительности производства продукции; производство продукции в объеме, обусловленном заключенными договорами; учет инфляции при планировании производственной деятельности и разработке перспективных планов развития предприятия и т. д.

Все это позволит производить конкурентоспособную продукцию, реально планировать и оценивать перспективы деятельности предприятия в условиях инфляции.

СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

А.А. Пиловец

Научный руководитель – д.э.н. *В.И. Кудашов*
Белорусский национальный технический университет

Состояние основных производственных фондов и уровень их использования во многом определяют конечные результаты хозяйственной деятельности субъектов хозяйствования. Анализ состояния основных производственных фондов (ОПФ) предприятий промышленного комплекса Республики Беларусь свидетельствует как об их крайне высоком моральном и физическом износе, так и о предельно низком уровне их использования. По всем формирующим промышленность отраслям изношенность основных фондов, начиная с 1996 года, превышает нормативный уровень. Удельный вес активной части основных средств в общей сумме ОПФ по промышленному комплексу составил на 01.07.2003г. 59,05%.

Анализ показателей состояния и движения основных средств свидетельствуют о ухудшении создавшегося положения. В течение 2003г. основные фонды практически не обновлялись. Рассматриваемый показатель по состоянию на 01.07.2003г. равен 1,1%. При таких темпах для полного обновления основных средств понадобится около 100 лет. За счет амортизационных отчислений в 1996-2003гг. основные производственные фонды практически

не обновлялись, так как амортизационный фонд начислялся, но практически не использовался. Это обусловлено отсутствием у предприятий реальных денежных средств из-за бартерных и взаимозачетных операций и обязательных первоочередных платежей государству.

Министерство экономики Республики Беларусь разработало проект Национальной программы привлечения инвестиций в экономику Республики Беларусь на 2002-2010 гг. Реализация программы по совершенствованию в области инвестиционной деятельности, направленная на унификацию и приведение законодательной и нормативной базы в соответствие с международными требованиями, создаст условия для развития инвестиционного процесса в республике. Начиная с 2003 г., намечается привлечение ежегодно 0,9-1,0 млрд. долл. США прямых иностранных инвестиций в основные производственные фонды, а в 2006-2010 гг. — 1,0-2,0 млрд. долл. США.

Однако следует отметить, что по промышленному комплексу Республики Беларусь при доведенном задании иностранных инвестиций на 2003 год 124 млн. долл. США их фактический объем за 1 полугодие составил лишь 23,5 млн. долл. США (19,0% от установленного задания).

В соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29.11.2002г. №1660 «О переоценке основных средств, незавершенного строительства и неустановленного оборудования на 1 января 2003г.», переоценка на 1 января 2003г. имеет своей целью обоснование условий для инвестирования, определение реальной балансовой стоимости и стартовой цены основных фондов при смене собственника. Однако имеются значительные сомнения, что такая завышенная оценка основных фондов привлечет инвестора. Так, на последних правительственных российско-белорусских совещаниях российская сторона поставила условие, что сделки по приватизации будут производиться не по балансовой, а по рыночной стоимости.

ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ЛИЗИНГА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.В. Довгач

Научный руководитель – к.э.н., доцент *Е.В. Гурина*
Белорусский национальный технический университет

Финансирование – неотъемлемая часть развития любого бизнеса. В условиях, когда существует недостаточность инвестиционных средств, назревает необходимость использования альтернативных банковскому кредитованию и самофинансированию форм обновления физического капитала. Одна из таких форм – лизинг, возрастание роли которого на современном этапе связано с особенностями, экономической сущностью и преимуществами этой формы отношений.

Лизинговый бизнес распространён во всём мире. Развитие лизинга способствует решению таких задач, как структурная перестройка, обновление основных производственных фондов, повышение конкурентоспособности продукции и эффективности инвестиций, внедрение научно-технических достижений.

Для средних и малых компаний в ведущих западных странах лизинг является одним из основных источников привлечения финансовых ресурсов в инновации. История развития лизинговых отношений в Республике Беларусь насчитывает уже более 10 лет. За это время, как отмечают специалисты в области лизинга, создана одна из лучших нормативных баз по вопросам лизинговых отношений в странах СНГ. Однако это не способствует оживлению процессов на рынке лизинговых услуг. Более того, объёмы вновь заключаемых договоров целого ряда компаний из года в год сокращаются, возрастает число “проблемных” сделок.

Основные усилия государства по созданию дополнительных условий для развития лизинговых отношений в Республике Беларусь в ближайшей перспективе должны быть направлены на то, чтобы:

- ✓ сформировать надлежащую инфраструктуру в системе лизинговой деятельности;
- ✓ сформировать благоприятный для лизинга таможенный режим; разработать и ввести в действие особую процедуру таможенного оформления для импортного лизинга, в том числе

лизинга оборудования. Необходимо предусмотреть вариант таможенного оформления, когда стороной по импортному контракту является лизинговая фирма, а получателем - лизингополучатель с сохранением всех существующих льгот;

✓ пересмотреть существующую систему льготирования прибыли при налогообложении в целях разрешения использования инвестиционной льготы при привлечении активов с помощью лизинга;

✓ отразить в законодательстве отнесение лизинговых платежей к той же группе очередности, как и платежи по кредитам, и возможность использования инкассового распоряжения для взыскания просроченной задолженности по лизинговым платежам;

✓ разработать правила валютного регулирования и валютного контроля за осуществлением лизинга в Республике Беларусь для осуществления беспрепятственных расчётов, для чего необходимо внести соответствующие изменения в "Положение о порядке проведения валютных операций на территории Республики Беларусь";

✓ организовать постоянное проведение семинаров по вопросам лизинга;

✓ наладить систему обучения основам лизинговой деятельности (повышение квалификации преподавателей, обучение студентов, переподготовка госслужащих, занимающихся вопросами лизинговых отношений).

ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА УРОВЕНЬ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ

О.В. Жилина

Научный руководитель – преподаватель *Т.Г. Богина*
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время научно-техническая сфера деятельности переживает спад, обусловленный проблемами переходного периода экономики, в условиях которого низка активность инновационной деятельности в области производства конкурентоспособной продукции. Совершенно ясно, что основным фактором создания конкурентоспособной продукции и, следовательно, основой экономического роста стали технологические изменения в производстве, основанные на применении новых знаний. Поэтому к изменениям в технологиях, являющихся конечным этапом инновационной деятельности следует подходить более серьезно, разработать стратегию инновационной деятельности, обеспечить экономическими и политическими рычагами ее осуществление.

Величина затрат и задачи, на которые направлены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, демонстрируют их решающую роль в промышленной конкурентоспособности. Следовательно, привлечение средств на НИОКР и разумное их использование для технологического превосходства и экономического роста не вызывает сомнений. Очевидно, что доля средств, направленная на развитие научной и инновационной деятельности за счет собственных ресурсов, средств бюджета и внебюджетных централизованных фондов крайне мала.

Недостаточно развита инновационная деятельность в промышленной сфере в области прикладных исследований. Предприятия и организации промышленного комплекса РБ стоят перед необходимостью поиска инвестиций, разработки стратегии приобретения новых технологий как товара по лицензионным соглашениям у ведущих зарубежных фирм. Следует также упомянуть, что предприятия РБ для достижения экономического эффекта должны осуществлять инновационную деятельность с учетом ограниченного числа нетрадиционных для республики научных направлений, по которым ожидается высокая результативность на европейском и мировом рынках.

С учетом сложившейся ситуации возникает необходимость разработки инновационной стратегии с целью производства конкурентоспособной продукции не только для реализации на национальном рынке, но и для реализации на международном рынке. Сутью данной стратегии являются следующие положения.

1. Разработка мер по созданию возможности патентования изобретений за счет

специальных фондов и расширение практики передачи беспатентных лицензий на научно-технические разработки.

2. Использование ценовых и неценовых факторов при формировании эффективной инновационной стратегии и проведения технологической реструктуризации предприятий.

3. Расширить маркетинговые исследования рынка.

4. Создать экономические стимулы для развития инновационной деятельности на государственном уровне, обновить нормативно-правовую базу с целью разработки эффективной инновационной стратегии.

5. Возобновить связь производственных предприятий с отечественными и зарубежными научными учреждениями, создать научно-производственные объединения.

6. И, конечно же, следует пересмотреть оплату труда работников, повысить престижность научного труда и т.д.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКЛАМЫ

Т.Л. Листонад

Научный руководитель – преподаватель *Е.С. Третьякова*
Белорусский национальный технический университет

Роль рекламы в нашей жизни очень велика. Однако в отечественном бизнесе все еще наблюдается пренебрежение рекламой. Это чаще всего объясняется тем, что определить реальную эффективность рекламной деятельности, выраженную в конкретных цифрах, очень сложно, а порой практически невозможно. Причина этого заключается в том, что действие рекламы растягивается во времени. Зарубежные фирмы уже решили эту проблему. Все-таки, что же такое эффективность рекламы?

Эффективность рекламы - один из важнейших факторов, влияющих на объемы и темпы продаж товаров или услуг. Следует отметить различия в подходах к определению эффективности рекламы с точки зрения рекламодателя и с точки зрения рекламопроизводителя. Для первого - это количество ее потребителей и ее запоминаемость у них. Для каждой рекламной компании необходимо разрабатывать творческую стратегию. Она должна отражать понимание маркетинговых концепций и методов убеждения.

Различают экономическую эффективность рекламы и эффективность психологического воздействия на сознание человека. Причем психологическое воздействие наиболее результативно, если оно приводит потенциальных потребителей к совершению покупки.

Данные об эффективности психологического воздействия рекламы позволяют прогнозировать ее действенность. Действенная, эффективная реклама - всегда результат тщательного планирования. Чтобы создать такую рекламу, нужно прежде всего понять, чем руководствуются люди при покупках и суметь научиться общаться с ними. Можно пользоваться такими методами, как повторяемость, интенсивность, движение (динамичность), контрастность, размер, эмоциональность. Несколько решений, принятых в самом начале, облегчат вам последующую жизнь и избавит от головной боли, когда придет пора оценивать результативность рекламы. Если вы правильно выберете рекламное средство, чтобы донести информацию до целевого рынка, подберете девиз, используете сильный текст и иллюстрации - ваша реклама будет эффективной.

Иначе говоря, результативность рекламы означает, что вы правильно себя ведете. В конце хотелось бы привести такие цифры. Ежегодно в мире используется на рекламу около 300 млрд. долларов. Это еще раз подтверждает то, что реклама является альфой и омегой любого бизнеса.

ЗНАЧЕНИЕ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ИСТОЧНИКИ ИХ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Н.Г. Никонович

Научный руководитель – д.э.н., профессор, член-корр. НАН РБ *Н.Е. Заяц*
Белорусский государственный экономический университет

Понятие инновационной деятельности постепенно становится интегральным показателем, характеризующим состояние и перспективы развития любой страны независимо от ее социально-экономического устройства. Как известно, Республика Беларусь так же выбрала инновационный путь развития. Опыт как развитых, так и новых индустриальных стран свидетельствует о том, что именно благодаря развитию малого бизнеса они добились значительных экономических успехов на инновационном пути развития, преодолев кризисы, связанные с перестройкой экономики. Значение малого инновационного предпринимательства для Беларуси возрастает. Сегодня существует острая необходимость повышения уровня инноваций в секторе малого предпринимательства.

Было замечено, что для малых предприятий по сравнению со средними и большими предприятиями достаточно большой проблемой является привлечение долгосрочного капитала. Из-за неблагоприятной экономической ситуации и несовершенства законодательства Республики Беларусь, а так же высокой степени риска малые инновационные предприятия испытывают большие затруднения привлечения финансовых ресурсов из внешних источников особенно на долгосрочной основе. Они, в основном, вынуждены обращаться к внутренним источникам финансирования, таким как прибыль, которые зачастую бывают ограничены.

С учетом этого целесообразно осуществить комплекс мер, направленных на формирование финансовых ресурсов, для активизации инвестиционно-инновационного комплекса. Для достижения этого необходима действенная государственная политика по привлечению финансовых ресурсов и обеспечению реализации рисков при развитии венчурного финансирования.

Государство, играя ключевую роль в технологическом перевооружении реального сектора экономики, в условиях современного этапа должно взять на себя функции полноценного финансирования науки и организации проведения НИОКР.

Венчурное финансирование является относительно новым понятием для экономики нашей страны. В промышленно развитых странах он является едва ли не главным источником финансовых ресурсов, предоставляемых для расширения и модернизации производства, который также осуществляет долгосрочные (на 3-5 лет) инвестиции в малые инновационные компании. В основе деятельности венчурных инвесторов лежит финансирование относительно небольших, не связанных между собой (что обеспечивает рассредоточение риска) проектов в расчете на быструю окупаемость инвестиций без каких-либо гарантий или обеспечения. Большой объем венчурного капитала поступает из фондов, которые организованы группами малых инвесторов.

Для развития венчурного финансирования в Республике Беларусь в первую очередь необходимы налоговые льготы. Представляется целесообразным формировать внебюджетные фонды инновационно-инвестиционного характера и активнее привлекать средства коммерческих организаций для расширения механизма венчурного финансирования.

Физика

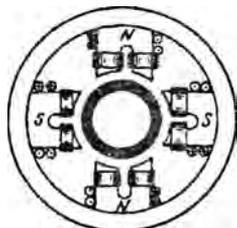
ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СТРУКТУР НА ПОВЕРХНОСТИ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ

С.В. Ашихмин, Е.В. Риморова

Научные руководители – к.ф.-м.н., доцент *Ю.А. Бумай*, к.ф.-м.н. *Ю.В. Развин*
Белорусский национальный технический университет

Магнитная жидкость представляет собой устойчивую коллоидную систему стабилизированных высокодисперсных частиц магнитного материала (достаточно малых размером – 3...10 нм). Обладая одновременно свойствами магнитного материала и жидкостеносителя, данная среда характеризуется уникальными свойствами. Своеобразие магнитных коллоидов, как физических систем, заключается в проявлении при комнатных температурах структурных превращений, обусловленных магнитодипольным взаимодействием. С его дальнедействующим характером связано возникновение концентрационных доменных структур, образование и превращения которых могут быть индуцированы внешним полем. Наибольший интерес представляет поведение магнитной жидкости во вращающемся магнитном поле.

В настоящем сообщении приведены результаты экспериментального исследования процессов формирования структур в магнитных жидкостях со свободной поверхностью во внешнем вращающемся магнитном поле. Эксперименты проводились в специальных индукторах вращающегося магнитного поля, обеспечивающих высокую однородность поля. Для получения вращающегося магнитного поля использовались катушки или статоры асинхронных электродвигателей. Рассматривались случаи тангенциальной и нормальной ориентации внешнего поля к свободной поверхности магнитной жидкости. На рисунке приведена схема возбуждения слоя магнитной жидкости вращающимся полем, создаваемым статором электродвигателя (тангенциальная ориентация). Рабочий объем установки определялся следующими размерами: диаметр до 22 мм и высота до 30 мм. В данном объеме вращающееся магнитное поле характеризуется высокой однородностью.



В работе в качестве источников питания использовались генераторы типа ГЗ-18, что позволяло получать магнитные поля с различными частотными характеристиками. В экспериментах применялись фотографический метод регистрации с постоянной и импульсной подсветкой. Обнаружено, что при достижении напряженности поля H порогового уровня возникает макродвижение магнитной жидкости в направлении вращения магнитного поля. При дальнейшем повышении H происходит формирование устойчивых структур, заполняющих всю поверхность жидкости. Величина H зависит от магнитных и вязких свойств магнитной жидкости, коэффициента поверхностного натяжения жидкости-носителя, размеров и геометрии исследуемого объема. Наблюдается временное запаздывание формирования устойчивых поверхностных структур при повышении частотных параметров внешнего магнитного поля.

Оптические характеристики исследуемой структуры контролировались путем измерения интенсивности отраженных лучей на границе раздела: воздух - магнитная жидкость. Оптическая схема эксперимента состояла из источника монохроматического излучения (ЛГ-206) и фотоэлектрической системы регистрации отраженного от поверхности магнитной жидкости излучения. В работе проводилось сравнение особенностей отражения света при заполнении ячейки магнитной жидкостью и жидкостью-носителем. Экспериментально показано, что параметры отраженного излучения зависят от величины приложенного магнитного поля. При достижении амплитуды поля порогового значения, при котором начинается гидродинамическая неустойчивость магнитной жидкости, происходит изменение пространственных параметров отраженного излучения.

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ Mo, ОСАЖДЁННЫХ НА КРЕМНИЙ В УСЛОВИЯХ ИОННОГО АССИСТИРОВАНИЯ

С.М. Барайшук

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор *И.С. Ташлыков*
Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка

Ионно - асси́стированное осаждение тонких плёнок на кремниевые пластины позволяет формировать изолирующие или проводящие слои, твердые или эластичные покрытия в разных средах поверхности изделий. Радиационное асси́стирование влияет не только на структуру и качество наносимой тонкой пленки, но может вызывать радиационное повреждение структуры подложки [1-3]. Поэтому в настоящем исследовании мы продолжили изучение элементного состава систем Mo/кремний, сформированных ионно-ассистированным осаждением покрытия на кремний, а также радиационного повреждения структуры кремния асси́стирующими ионами.

Покрытия на основе Mo наносились на пластины (111)-Si n-типа с удельным сопротивлением 200 Ом см при ионном асси́стировании в условиях саморадиации. Для этого применяли способ нанесения покрытий с использованием резонансного ионного источника вакуумной ($3 \cdot 10^{-2}$ Па) электродуговой плазмы [3], который генерирует поток нейтральных атомов металла и их ионов. Ускоряющий потенциал составлял 3 кВ. Энергетические спектры РОР снимались при угле рассеяния $\Theta = 168^\circ$, углах влета Θ_1 и вылета Θ_2 , равных 0 и 12° соответственно. Энергетическое разрешение анализирующей системы составляло 17 кэВ. Экспериментальные спектры РОР моделировались применяя программу RUMP. В результате был установлен многокомпонентный состав покрытий.

Профиль молибдена характеризуется концентрацией, снижающейся от 6 ат % на поверхности до 0.3 ат % в области межфазной границы системы. При этом атомы Mo идентифицируются в кремнии на глубине 100 нм с концентрацией -0.01 ат %, что свидетельствует об их радиационно-стимулированной диффузии вглубь в процессе нарастания покрытия под радиационным воздействием асси́стирующих ионов. К особому свойству осаждения покрытий можно отнести встречную диффузию атомов кремния через покрытие на поверхность формируемой системы. При этом отметим, что концентрация кремния не спадает по экспоненциальному закону, а остается практически постоянной по толщине покрытия.

Ионно-ассистированное в условиях саморадиации осаждение покрытий на основе Mo, обеспечивает физическое "сшивание" в области межфазной границы формируемых систем тонкая пленка/подложка. Наблюдается радиационно-стимулированная диффузия компонентов покрытия в глубь кремния и атомов кремния в покрытие. Композиционный состав покрытия включает, кроме атомов основы покрытия и кремния, атомы кислорода, углерода и водорода.

Литература

1. Бобрович О.Г., Ташлыков И.С. Структура и состав покрытий на основе Zr, осажденных на кремний при ионном асси́стировании в условиях саморадиации // ФХОМ.- 2002.- №5.- С.40-43.
2. Бобрович О.Г., Ташлыков И.С. Анализ структурных нарушений в кремнии, модифицированном ионно-ассистированным нанесением металлических покрытий в условиях саморадиации // ФХОМ. -2000. -№5. -С.46-49.
3. Способ нанесения покрытий. Патент РБ №2324. 1С1 ВУ, С23 С4/12. С4/18, С14/16. // Ташлыков И.С., Белый И.М.

ЛЕКЦИОННАЯ ДЕМОНСТРАЦИЯ «ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОТРАНЗИСТОРА»

Б.Е. Белов

Научный руководитель - к.ф.м.н., доцент *Е.П. Трухан*
Белорусский национальный технический университет

Одним из свойств полупроводникового р-п перехода является его односторонняя проводимость. Один из фотоэлектронных приборов, где это свойство проявляется достаточно ярко – фототранзистор. Если фототранзистор выводами коллектора и эмиттера включить в цепь обратной связи генератора вместо резистора и направить на эмиттерно-коллекторный переход источник света, то сопротивление этого перехода очень сильно зависит от расстояния до источника, а генератор станет вырабатывать колебания разных частот. При увеличении освещенности сопротивление падает, а частота колебаний генератора увеличивается. Менять освещенность и частоту можно разными путями: меняя расстояние между источником и р-п – переходом, либо при постоянном расстоянии между источником и фототранзистором перемещать в различных направлениях какой-нибудь предмет или ладонь.

Этот принцип положен в основу работы электромузыкального инструмента (ЭМИ). В принципиальной схеме ЭМИ используется микросхема К155ЛА4, состоящая из трех элементов, осуществляющих операцию логического умножения с последующим инвертированием результата на выходе. На ее элементах DD1.1, DD1.2, DD1.3 собран низкочастотный генератор, нагрузкой которого служит динамическая головка ВА1, подключенная через трансформатор к выходу устройства. Фототранзистор VT1 в цепи обратной связи генератора меняет свое сопротивление в зависимости от освещенности перехода (коллектор- эмиттер), и, следовательно, управляет высотой звучания электромузыкального инструмента. Через конденсатор С1 осуществляется положительная обратная связь между элементами DD1.1 и DD1.2, переменный резистор R1 служит для подстройки частоты генератора при различной освещенности. Питается устройство от батареи напряжением 4.5 В.

Настройку ведут при нормальном уровне освещенности фототранзистора. Вращением движка переменного резистора добиваются, чтобы при максимальной высоте звука отсутствовали искажения в динамической головке. Наиболее низким звучание будет, когда фототранзистор закрыт ладонью. Диапазон генерируемых частот можно изменить, уменьшая или увеличивая емкость С1 в пределах 0,33...0,68 мкФ. Подключив параллельно головке ВА1 оксидный конденсатор емкостью 5...10 мкФ, можно подобрать желаемый тембр звучания инструмента.

Этот электромузыкальный инструмент отличается от своих собратьев тем, что не имеет клавиатуры. Вместо набора резисторов или конденсаторов, которые обычно используются в частотоподающих частях ЭМИ, применен фототранзистор. Подобная установка выполнена в виде демонстрации свойств р-п перехода на лекциях по общей физике. Элементом, управляющим частотой звука, является ладонь лектора.

ПЕРВИЧНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НА ЗНАКОПЕРЕМЕННОМ ЭЛЕКТООСМОСЕ

Н.М. Бондарчук, С.Е. Жарский, Ю.И. Матюшенко

Научные руководители – к.т.н., доцент *И.О. Оробей*, к.т.н. *Д.А. Гринюк*
Белорусский государственный технологический университет

Общеизвестна важность повышения качества и надежности процессов водоподготовки, развитие перспективных технологических схем которых невозможно без информационного обеспечения и автоматизации. Для создания наблюдаемости постоянному контролю должны подвергаться ряд количественных и качественных параметров: расход, рН, мутность,

электропроводность и т.д., что связано с нестабильностью свойств обрабатываемых сред. Для таких процессов водоподготовки как флотация, коагуляция, флокуляция, фильтрация, в основе которых лежит явление электростатического взаимодействия при укрупнении частиц, актуальным параметром контроля является электрокинетический потенциал (ЭКП). Применение ЭКП как параметра управления на отечественных станциях водоочистки ограничено отсутствием приборов измерения.

Одним из явлений, используемых в приборах измерения ЭКП, является электроосмос, который несмотря на недостатки обладает хорошей автоматизируемостью и точностью. В основу разработанного прибора измерения ЭКП положен электроосмос в знакопеременных полях [1], что позволяет в значительной степени нивелировать перечисленные недостатки, в частности малую лабильность. Использование электроосмотических приборов на постоянном токе в стандартных условиях измерения может привести к большим и не поддающимся количественным оценкам ошибкам при расчете ЭКП по любым существующим формулам [2].

Разработанный прибор имеет проточную камеру, которая образуется с помощью двух фильтрующих поверхностей, отделяющих электроды от исследуемой среды. Расстояние между этими поверхностями позволяет сформировать на них представительный слой частиц за фазу одного такта измерения. Исследуемая среда непрерывно подается и отводится через штуцер. В качестве отсчитывающего элемента скорости электроосмоса используется капилляр с диэлектрической средой, который соединяет две электродные камеры. Принцип работы прибора основан на преобразовании объемной скорости электроосмоса в частоту переключения полярности электродов при прохождении границей измерения определенного расстояния между метками, т.е. частота переключения пропорциональна электрокинетическому потенциалу. В измерительном блоке прибора предусмотрено измерение частоты, напряжения и тока, налагаемого на электроды, и их обработка с помощью микропроцессора.

Частота переключения известных устройств знакопеременного электроосмоса [2] имеет существенное ограничение верхнего предела, что в значительной степени является следствием проявления электромагнитных эффектов при изменении полярности. Для повышения частоты и уменьшения влияния этих эффектов предусмотрено использование напряжения, изменяющегося по определенному закону. Наилучшим благодаря стабильности формы сигнала и однозначности в интерпретации результатов измерения являются линейное (пилообразное) изменение напряжения.

Природные и промышленные дисперсные среды имеют широкий разброс параметров по физико-химическим свойствам. Образованная с помощью фильтрующих поверхностей диафрагма в общем случае представляет смесь электрохимически активных и пассивных элементов. Однако даже для таких смешанных диаграмм соблюдается линейное соотношение между напряжением (током) и объемной скоростью электроосмоса [2]. Поэтому в устройстве реализована схема потактного изменения напряжения вверх и вниз на 20%.

Литература

1. Тихомолова К.П., Криницина Л.У. Исследование электроосмоса в однородных активных диафрагмах с использованием знакопеременных полей // Коллоидный журнал. – 1976. – Т.38.- №12. – С.1200-1203.
2. Тихомолова К.П. Электроосмос.– Л.: Химия, 1989. – 248 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРОПИТКИ ПОРИСТЫХ СРЕД

Н.М. Бондарчук, С.Е. Жарский, Ю.И. Матюшенко

Научные руководители – к.т.н. *Д.А. Гринюк*, к.т.н., доцент *И.О. Оробей*

Белорусский государственный технологический университет

Межфазный массообмен широко применяется в процессах технологических процессах современных производств. Одним из таких примеров является перенос фазы в пористых материалах. Обусловленные действиями поверхностных сил это явление влияет на процессы смачивания, растекания, сорбции и перемещения границы раздела фаз. Одним из распространенных процессов массопереноса является процесс перемещения жидкости ей под

действием капиллярных сил, т.е. пропитка. Смачивание поверхности является необходимым условием самопроизвольной пропитки пористых материалов под действием капиллярных сил. Поэтому изучению закономерностей капиллярной пропитки представляет значительный интерес. Эти закономерности в равной степени необходимы как для интенсификации технологических процессов, так и для правильного использования пористых материалов при получении сведений о физико-химических свойствах систем [1-4].

Использование информации, получаемое с приборов измерения времени капиллярного впитывания (ВКВ) при оценке гидрофильного состояния промышленных дисперсных систем возможно при наличии параметров модели. Сложность и разнообразие структуры реальных пористых тел предопределило множество предложенных моделей пористых тел, в разной степени приближенных к структуре порового пространства тех или иных реальных объектов. Совокупность сквозных капилляров является наиболее простой моделью пористого тела, которая с успехом используется для описания пропитки таких анизотропных материалов как бумага, фильтры, древесина и т.д. Подобный подход позволил на основании известных законов получить теоретические выражения для движения жидкости в системе капилляров [2-3].

Адекватность модели устанавливалась с помощью разработанной лабораторной методики, которая заключалась в фиксировании временных значений при прохождении фронта намочения полоски фильтровальной бумаги дискретных фиксированных значений (5 мм). Статистическая обработка результатов и сравнение с теоретической моделью показала хорошую согласованность для чистых жидкостей. При наличии в среде ПАВ наблюдалось отклонение от модели, и в первую очередь на завершающей стадии впитывания.

Методика получения экспериментальных данных с помощью таймера имела ряд недостатком: большая погрешность на начальном этапе пропитки, трудность учета неравномерности фронта намочения, нестабильность влажности. С целью устранения этих недостатков и повышения точности, определения зоны действия динамического угла была использована цифровая видеокамера и с обработкой данных программным обеспечением. Полученные данные сохранялись в видеофайл. Анализ полученной информации производился с помощью программы VirtualDub 1.4.9 и пакета MatLAB. Это позволило максимально автоматизировать обработку получаемой информации, добиться необходимой точности, учесть неравномерность фронта, проанализировать граничные эффекты.

Таким образом, разработанная методика в полной мере позволила провести глубокий анализ капиллярной динамики фильтровальных материалов с целью оптимального выбора геометрических характеристик первичных преобразователей ВКВ.

Литература

1. Аксельруд Г.А., Альтшулер М.А. Введение в капиллярно-химическую технологию. – М.: Химия, 1983. – 264 с.
2. Кузьмич А.В. Новиков В.И. Особенности кинетики капиллярного впитывания жидкостей. – Минск. Препринт Акад. наук БССР. ИТМО. -1988.- №10 - 54 с.
3. Новиков П. А., Кузьмич А. В., Маханек А. А. Учет релаксации краевого угла смачивания в процессе капиллярного впитывания жидкости в гравитационном // ИФЖ. – 1988. – Т.55.- №3. – С. 431-435.
4. Давинзон М.И. Массоперенос в капиллярах с поглощающими стенками. – Иваново: ИГУ.– 1992. – 80 с

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА ПАДАЮЩЕГО ДЕРЕВА

С.А. Борисевич

Научный руководитель – д. ф.-м. н., проф. *В.Б. Немцов*
Белорусский государственный технологический университет

В практике проектирования лесных машин в зависимости от поставленной задачи могут использоваться модели дерева в виде гибкого или жесткого стержня [1, 2]. Однако в специальной литературе не рассматривается вопрос влияния изгиба ствола на его динамические параметры.

В данной работе исследуется это влияние при падении дерева. Для этого ствол дерева моделируется в виде двух жестких стержней, связанных между собой пружиной с крутильной жесткостью c_ϕ . Жесткость недопила пренебрежимо мала по сравнению с жесткостью ствола. В этой модели стержни могут поворачиваться друг относительно друга, а угол взаимного поворота зависит от жесткости c_ϕ [3]. Сопротивление воздуха не учитывается и считается, что взаимное движение происходит в одной плоскости. Устремляя значение этой жесткости к бесконечности, приходим к модели абсолютно твердого дерева [4].

Составим уравнения движения для модели гибкого дерева. Система характеризуется обобщенными координатами ϕ_1 и ϕ_2 – углами поворота стержней, отсчитываемых от вертикали. Запишем систему нелинейных уравнений Лагранжа для этого случая и представим их в относительных координатах:

$$\psi = \phi_1 - \phi_2,$$

$$\gamma = \phi_1 + \phi_2.$$

Для анализа полученных уравнений приведем их к безразмерному виду. Для этого умножим полученные уравнения на τ^2 , где τ – некое характерное время, в единицах которого и будем исследовать движение ствола. В качестве τ примем время падения дерева представляемого жестким стержнем.

Решая численно полученную систему уравнений для дерева в предположении равенства массы и длины обеих стержней, и изменяя жесткость внутреннего шарнира, установим как меняется характер движения. С увеличением жесткости уравнение движения для составного стержня совпадает с уравнением движения жесткого стержня, записанного также в безразмерном виде. Таким образом, введение крутильной жесткости позволяет в предельном переходе дать описание жесткой связи между двумя стержнями модели.

Динамика стержней при конечной жесткости имеет существенные особенности. Так стержни колеблются друг относительно друга, а амплитуда этих колебаний увеличивается при уменьшении жесткости шарнира, при этом время падения ствола увеличивается.

В общем случае длины и массы звеньев могут быть произвольными и, принимая их значения различными, можно описать динамику стволов деревьев различных пород, ступеней толщины и классов бонитета. Кроме того, модель можно уточнить, разделив ствол на большее количество стержней.

Литература

1. Жуков А.В. Проектирование лесопромышленного оборудования. – Мн.: Вышэйш. шк., 1990. – 312 с.
2. Александров В.А. Динамические нагрузки в лесосечных машинах. – Л.:Изд-во ЛГУ, 1984. – 152 с.
3. Феодосьев В.И. Избранные задачи и вопросы по сопротивлению материалов. – М.:Наука, 1973. – 400 с.
4. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. – М.: Наука, 1979. – 432 с.

СОЗДАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ

Н.А. Ванецкий

Научный руководитель – к.п.н., доцент ***Ч.М. Федорков***

Белорусский государственный педагогический университет им. М.Танка

Проникновение компьютерных технологий во все сферы учебного процесса в вузе не могло обойти стороной методику проведения лабораторных занятий по физике. При выполнении учебных исследований могут возникнуть различные дидактические трудности, которые связаны с наличием оборудования, методическим обеспечением, занятостью лабораторий, свободным временем студента и эффективностью процесса самостоятельного учения, организованного на факультете.

Для решения данной проблемы предлагается использовать компьютер в связке с видеокамерой, что позволяет повысить эффективность самостоятельной подготовки к лабораторным занятиям. В настоящее время для этой цели используются различные тренажеры, контролирующие пособия, электронные учебники и др., которые по дидактическому стилю предназначены для индивидуальной работы обучаемого в компьютерном классе.

Использование кардинально нового подхода в обучении требует наличия не только компьютера, снабженного видеокартой, но и видеокамеры для создания соответствующих дидактических видеоматериалов, которые с помощью компьютера предлагаются студенту. При этом компьютер должен быть снабжен программой для проведения расчетов соответствующих физических величин, построения графиков, если исследуется определенная их зависимость, и статистической обработки результатов учебного эксперимента.

Компьютерная модель – это иммитация реального объекта (физического процесса, явления, лабораторной работы и т.д.), которая позволяет изменять условия протекания события и неоднократно повторять те или иные его этапы, до полного формирования соответствующих умений и навыков, раскрытия сущности физического явления. Компьютерная модель легко вписывается в систему традиционного обучения, поэтому проблема создания эффективных дидактических средств обучения и учения является весьма актуальной. Актуальность таких разработок обусловлена развивающейся системой педагогического университетского образования.

Использование компьютерных моделей лабораторных работ дает возможность не только наблюдать опыт или физическое явление, но и моделировать различные экспериментальные ситуации, что позволяет претворить в жизнь принцип дифференцированного обучения и творческого подхода при решении проблемных заданий.

Компьютерная модель лабораторной работы не только повышает эффективность процесса подготовки к занятиям и проведения эксперимента, но и позволяет осуществить быстрый и систематический контроль и самоконтроль знаний, умений и навыков. С этой целью компьютер снабжается соответствующей контролирующей программой, которая дает возможность проводить контроль (самоконтроль), как на отдельных этапах выполнения лабораторной работы, так и на заключительной фазе при отчете о проделанной работе.

Компьютерные модели лабораторных работ с элементами видеозаписей позволяют студенту подготовиться к лабораторной работе и проанализировать различные экспериментальные ситуации не только в стенах вуза (лаборатории, компьютерном классе), но и в общежитии и дома, при наличии персонального компьютера, что способствует формированию его самостоятельности и проявлению индивидуальности.

Таким образом, использование компьютерных технологий и видеоматериалов развивает не только наглядно-образное восприятие, но и творческий потенциал студента, что является характерным признаком развивающего обучения в условиях университетского образования.

АНАЛИЗ ЖК-УСТРОЙСТВ МЕТОДОМ МУАРА

Н.В. Водолазкина, А.В. Стасевич, Е.А. Сычева

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент *Т.И. Развина*

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в технике широко используются различные жидкокристаллические устройства, содержащие две оптические подложки с периодической структурой электродов. При сборке данных устройств необходимо получать полное совмещение электродов на подложках. Такими устройствами являются пространственные ЖК-модуляторы света, ЖК-микроминдикаторы, матрицы ЖК-микролинз. Для контроля качества изготовления ЖК-устройств применяются сложные и дорогостоящие методы.

Целью данной работы является разработка и исследование метода контроля ЖК-устройств на основе анализа муаровых картин, возникающих при совмещении периодических

структур на подложках, ограничивающих ЖК-слой. Эксперименты проводились с образцами ЖК-ячеек (геометрия «сэндвич»), собранных на подложках с непрозрачными электродами, в которых были выполнены одинаковые матрицы (32*32) отверстий диаметром 0,1 мм каждое. Ширина зазора между подложками менялась в пределах 0,1...0,02 мм при помощи спайсеров. Данные ячейки использовались при моделировании матриц ЖК-микролинз.

При наложении двух периодических структур возникает сложная интерференция проходящего через них света, приводящая к появлению темных и светлых полос, которые образуют, так называемую, муаровую картину. Для описания особенностей формирования муаровой картины в работе использовался геометрический метод. Например, рассмотрим систему из двух периодических структур с синусоидальным распределением пропускания:

$$T_1(x)=1/2[1+\sin(2\pi x/p_1)] \text{ и } T_2(x)=1/2[1+\sin(2\pi x/p_2)]$$

Распределение результирующего коэффициента пропускания носит сложный периодический характер:

$$T(x)=T_1(x)*T_2(x)=1/4[1+\sin(2\pi x/p_1)]+[\sin(2\pi x/p_2)+\sin(2\pi x/p_1)*\sin(2\pi x/p_2)]$$

Муаровая картина может получаться при взаимном повороте или при простом смещении периодических структур относительно друг друга. В выполненных экспериментах изменялся угол поворота периодических структур относительно друг друга. Геометрия возникающей муаровой картины соответствовала периодической структуре матриц отверстий: наблюдались светлые круги, диаметр которых и расстояние между ними зависят от величины угла взаимного поворота подложек относительно друг друга. При изменении угла взаимного поворота подложек изменялась не только геометрия муаровой картины, но и ее микроструктура.

При картине, представляющей собой один муаровый круг, в микроструктуре его имелось много совпадений отверстий в центре, и лишь на периферии муарового круга наблюдалось незначительное количество полусовпадений. Данный случай соответствует небольшому повороту подложек относительно друг друга (около 5'). При увеличении угла поворота количество совпадений в микроструктуре муара резко уменьшалось. Так, при картине, представляющей собой четыре муаровых круга, совпадений отверстий намного меньше, и, соответственно, при девяти муаровых кругах совпадения практически отсутствуют. При этом происходило и уменьшение общего числа элементов микроструктуры. Максимальное значение угла поворота подложек в нашем эксперименте составило 2,5°. При этом наблюдается уменьшение интенсивности проходящего через элемент муаровой картины излучения. На основании полученных результатов проводилась соответствующая корректировка сборки матрицы ЖК-микролинз.

ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ L-LTGS

Е.В. Войтенко

Научный руководитель – к.ф.- м.н., доцент *Л.Н. Марголин*

Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка

Пироэлектрические и поляризационные свойства сегнетоэлектриков представляют большой интерес для исследователей, так как с одной стороны изучение пироэлектрических характеристик дает богатую информацию о поведении сегнетоэлектриков в области структурных фазовых переходов, а с другой стороны и определенный практический интерес, который связан с разработкой и применением сегнетоэлектрических материалов в качестве чувствительных приемников излучения и систем тепловидения, основанных на пироэлектрическом эффекте.

Из многих известных на сегодня полярных материалов самыми оптимальными свойствами для использования в инфракрасной технике обладают кристаллы три глицин сульфата (TGS) и его изоморфные. Однако, имея целый ряд преимуществ по сравнению с другими сегнетоэлектриками, эти кристаллы не лишены определенных недостатков, главным из которых является неустойчивость ("деполяризация") монодоменного состояния, что приводит к нестабильности работы пироэлектрического преобразователя.

Для сохранения поляризованного состояния TGS применяют несколько методов. Это — облучение γ -квантами образца, помещенного в электрическое поле; нанесение на образец различных управляющих электродов; введение в процессе выращивания кристаллов активных примесей типа внедрения и замещения.

Модифицированные кристаллы TGS получены путем частичного замещения глициновой группы на аминокислоту L - лейцин (L-L), содержание которого составляло до 10 мол.% в растворе. Кристаллы L-LTGS выращены при постоянных температурах роста в сегнетоэлектрической фазе.

Выполнены комплексные исследования пьезоэлектрических и поляризационных свойств новых сегнетоэлектрических кристаллов L-LTGS по наиболее развитым пирамидам роста.

Исследования показали, что применение лиганда L — лейцина существенно влияет на параметры пирокачества u/ϵ , M_2 и на поляризационные характеристики P_s , E_C , E_{cm} и др.

Дано сравнение пьезоэлектрических и поляризационных параметров кристаллов L-LTGS и TGS, L-VTGS.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФУЗИИ В ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ РЕШЕТОЧНЫХ СИСТЕМАХ ПО МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО

Д.В. Гапанюк

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор *В.С. Вихренко*
Белорусский государственный технологический университет

Диффузия является одним из наиболее распространенных явлений, контролируемых перераспределением компонентов в системе и, поэтому, играющим важнейшую роль во многих производственных процессах. Согласно феноменологической теории необратимых процессов [1-2], потоки компонентов пропорциональны градиентам соответствующих химических потенциалов, а коэффициенты пропорциональности называют кинетическими коэффициентами диффузии. С другой стороны, согласно закону Фика, потоки компонентов пропорциональны градиентам концентрации, и в эти выражения входят коэффициенты химической диффузии. Перерасчет коэффициентов диффузии осуществляется с помощью производных химических потенциалов по концентрациям компонентов.

Моделирование динамики частиц в системе производилось по методу Монте-Карло. Алгоритм моделирования [3] модифицирован к особенностям исследования двухкомпонентных систем с межчастичным отталкиванием. Для системы N частиц сортов A и B на периодической двумерной решетке исходными условиями моделирования являлись температура T , концентрация компонентов c_A и c_B , потенциалы взаимодействия между ближайшими соседями $J_{AA}=-J$, $J_{BB}=J_B J$ и $J_{AB}=J_{AB} J$ на квадратной решетке размером $L \times L$ ($L=32$) узлов с периодическими граничными условиями, которые позволяют существенно уменьшить влияние конечных размеров моделируемой системы на результаты моделирования. Начальное состояние системы генерировалось путем случайного выбора узла решетки с координатами (α, β) ($1 \leq \alpha \leq L$, $1 \leq \beta \leq L$, где α и β – целые числа), в который помещалась частица. Заполнение решетки производилось до числа частиц $N = L \times L(c_A + c_B)$.

Моделирование динамики частиц осуществлялось случайным выбором узла (α, β) решетки, занятого частицей любого сорта. Затем разыгрывался переход этой частицы в один из четырех ближайших узлов. Если узел не был занят, то вычислялась вероятность перехода частицы P_1 . Эта вероятность сопоставлялась со случайной величиной $0 \leq P \leq 1$. При $P \leq P_1$ переход частицы принимался, в противном случае состояния узлов оставались прежними, и осуществлялся переход к анализу следующего узла. Один шаг процедуры Монте-Карло (МКШ) состоял из числа попыток перемещения частиц, равного числу частиц в системе. Типичная длина траектории составляла 50000 МКШ, и усреднение производилось по 10^3 траекторий. Как и следовало ожидать, зависимость среднего квадрата перемещения частиц от времени близка к линейной. Аппроксимировав полученные кривые линейными зависимостями, находим

соответствующие кинетические коэффициенты диффузии.

Моделирование было выполнено в области изменения концентраций компонентов от 0 до 0,95 при значении приведенной температуры $T/T_c=1,5$, выраженной в единицах критической температуры компонента A ($k_B T_c=0,567J$). Параметры взаимодействия приняты положительными и равными $J_B=1,44$, $J_{AB}=1,2$ ($J_{AB}=\sqrt{J_B}$), что соответствует межчастичному отталкиванию.

Ввиду межчастичного отталкивания интенсивнее взаимодействующие частицы сорта B более подвижны. Однако при увеличении концентрации частиц сорта A ситуация изменяется и подвижность частиц обоих сортов выравнивается. Такое поведение обусловлено взаимным распределением частиц в системе. При низких концентрациях пары частиц сорта B мало вероятны и коэффициенты диффузии определяются взаимодействием частиц разных сортов или сорта A .

Литература

1. Bokun G. S., Groda Ya.G., Uebing C., Vikhrenko V.S. // Physica A. – 2001. – V. 296.
2. Де Гроот С.Р. и Мазур П. Неравновесная термодинамика. – М.: Мир, 1974.
3. Бокун Г.С., Вихренко В.С., Гапанюк Д.В. // Труды БГТУ. Сер. физ.-мат. наук и информ. Вып. XI. -2003. -С. 63.

КОМПЛЕКСНЫЕ КВАЗИПОЛИНОМИАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА

Р.И. Гаранин, Н.Н. Кравченко

Научный руководитель – к.ф.- м.н., доцент *Ю.В. Трубников*
Витебский государственный университет им. П. Машерова

Целью исследования является нахождение комплекснозначных решений уравнения Шредингера, при этом метод разделения переменных не используется. В результате получены комплексные квазиполиномиальные решения.

Рассмотрим движение двумерного изотропного осциллятора, у которого $\omega_1 = \omega_2 = \omega$. Потенциальная энергия U такого осциллятора выражается формулой

$U = \frac{m\omega^2}{2}(x^2 + y^2)$. Уравнение Шредингера соответственно имеет вид

$$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left[E - \frac{m\omega^2}{2}(x^2 + y^2) \right] \psi = 0. \quad (1)$$

Покажем, что функция

$$\psi(x, y) = (x + iy)^n e^{-a(x^2+y^2)} \quad (n = 0,1,2,\dots)$$

при $a = \frac{m\omega}{2\hbar}$ является решением уравнения (1). Действительно,

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} &= n^2 (x + iy)^{n-2} e^{-a(x^2+y^2)} - n(x + iy)^{n-2} e^{-a(x^2+y^2)} - 4nax(x + iy)^{n-1} e^{-a(x^2+y^2)} - \\ &- 2a(x + iy)^n e^{-a(x^2+y^2)} + 4a^2 x^2 (x + iy)^n e^{-a(x^2+y^2)}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} &= -n^2 (x + iy)^{n-2} e^{-a(x^2+y^2)} + n(x + iy)^{n-2} e^{-a(x^2+y^2)} - 4inay(x + iy)^{n-1} e^{-a(x^2+y^2)} - \\ &- 2a(x + iy)^n e^{-a(x^2+y^2)} + 4a^2 y^2 (x + iy)^n e^{-a(x^2+y^2)}. \end{aligned}$$

Таким образом,

$$\Delta\psi \equiv \frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} = -4a[1 + n - a(x^2 + y^2)]\psi. \quad (2)$$

Переносим все слагаемые равенства (2) в левую часть и считая, что $a = \frac{m\omega}{2\hbar}$, получаем

$$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left[(n+1)\omega\hbar - \frac{m\omega^2}{2}(x^2 + y^2) \right] \psi = 0. \quad (3)$$

Из последнего равенства следует, что

$$E_n = (n+1)\omega\hbar \quad (n = 0, 1, 2, \dots), \quad (4)$$

что согласуется с известными фактами ([1], с. 52).

Литература

1. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А., Курс теоретической физики. Том 2. -М.: Наука, 1971.

ОХЛАЖДЕНИЕ В СВЕРХЗВУКОВОЙ СТРУЕ КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННО-КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СЛОЖНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ

В.Г. Гимпель

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент *К.А. Саечников*

Белорусский государственный педагогический университет им. М.Танка

Метод флуоресцентной спектроскопии молекул, охлажденных в сверхзвуковой струе, позволяет получать высокоинформативные электронно-колебательные спектры изолированных сложных органических молекул и их ван-дер-ваальсовских комплексов с атомами инертных газов и простыми молекулами полярных и неполярных растворителей (вода, метанол, бензол и др.). Ван-дер-ваальсовские комплексы представляют собой удобный объект для исследования механизмов влияния межмолекулярных взаимодействий на спектроскопические характеристики сложных молекул. Получаемые результаты дают важную информацию для понимания фотофизических процессов в растворах сложных молекул.

Установка для исследования спектров возбуждения и флуоресценции сверххолодных молекул состоит из трех блоков: источника возбуждения, в качестве которого используется перестраиваемый пикосекундный лазер на красителе (область перестойки 365-385 нм); системы для формирования сверхзвуковой струи и «синтеза» ван-дер-ваальсовских комплексов; системы регистрации, работающей в режиме счета фотонов со стробированием и позволяющей получать как спектры возбуждения флуоресценции (регистрируется суммарная флуоресценция), так и спектры флуоресценции при возбуждении молекулы в определенное электронно-колебательное состояние (регистрируется оптический сигнал на выходе монохроматора).

Получены тонкоструктурные спектры возбуждения и флуоресценции при селективном лазерном возбуждении в определенные электронно-колебательные состояния молекул 3-амино-N-метилфталимида. Проведен анализ частот и интенсивностей линий в спектрах. Получены спектры ван-дер-ваальсовских комплексов 3-амино-N-метилфталимида с атомами аргона и молекулами воды. Обсуждаются особенности формирования этих спектров - сдвиги частот чисто электронного перехода, изменения колебательных частот в зависимости от пространственной структуры комплексообразования и др.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НА КРИТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОБЪЕМНЫХ Y-ВТСП МАТЕРИАЛОВ

Ю.В. Глевицкая

Научный руководитель - д.т.н., профессор *В.М. Добрянский*
Белорусский государственный педагогический университет им. М.Танка

Исследование влияния условий синтеза высокотемпературных сверхпроводников на физико-механические свойства важны как для понимания физики сверхпроводимости, так и для практических применений.

Существует несколько способов получения высокотемпературной сверхпроводящей керамики, каждый из которых по-своему влияет на физические свойства. В большинстве исследований используются образцы, приготовленные традиционным синтезом с использованием в качестве исходных реагентов оксидов меди, иттрия или редкоземельных элементов и карбонатов щелочноземельных элементов. Для получения однофазных образцов прибегают к неоднократному промежуточному измельчению реакционной смеси, которая чередуется длительной термической обработкой, в течении нескольких суток. Одним из недостатков этого метода синтеза ВТСП является невысокая плотность керамики и неоднородное распределение кристаллитов по размерам.

В данной работе для синтеза Y-ВТСП керамики использовали метод высоких и сверхвысоких давлений [1], что потребовало применение аппаратов высокого давления.

Установлено, что температура сверхпроводящего перехода имеет максимум в диапазоне 40-60 кбар. Плотность керамики приближается к теоретической при давлении 100 кбар и составляет $6,4 \text{ г/см}^3$. При давлениях синтеза ниже 30 кбар образцы имели температурную зависимость сопротивления полупроводникового характера.

Экспериментальные зависимости сопротивления керамики от температуры в магнитных полях порядка $0,01 \text{ Тл}$ показывают, что ширина сверхпроводящего перехода заметно увеличивается, при этом, критический ток керамики в несколько раз меньше критического тока, вычисленного по величине магнитного момента.

В данной работе оценено верхнее критическое магнитное поле образцов $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$. Согласно рентгенодифрактометрическим исследованиям образцы орторомбические, однофазные. Объекты показали $T_c=91,4\text{К}$, ширину перехода $\Delta T_c=1,5\text{К}$. Измерения проводились в постоянном магнитном поле. Величину магнитного поля контролировали с помощью преобразователя Холла типа ПХЭ. Температуру фиксировали никелевым термопреобразователем сопротивления ТСМФ. Погрешность измерения температуры оказалась $\pm 0,05\text{К}$. Методика измерений была резистивная по четырех контактной схеме. Величина индукции магнитного поля составляла $0,04 \text{ Тл}$. Для данного образца величина верхнего критического магнитного поля оказалась равной $3,9 \text{ Тл}$ при температуре $T=90,6\text{К}$. Экстраполяция этого значения к температуре 77К , дает значение поля $B_{c2}=12,4 \text{ Тл}$.

Таким образом, значительная величина верхнего критического поля и то, что величина транспортного тока резко уменьшается в сравнительно слабых полях, объясняется тем, что керамические оксидные сверхпроводники обладают гранулярной структурой. Межзеренные связи являются джозевсоновскими, сверхпроводимость которых легко разрушается транспортным током и внешним полем.

Литература

1. Добрянский В.М., Мзуренко М.М. и др. Влияние сверхвысоких давлений при синтезе сверхпроводящей керамики на ее физические свойства. Техника и технологии высоких давлений. – Минск: Ураджай, 1990. – С.269-275.

МАССА И ЕЕ ИЗМЕРЕНИЕ

В.М. Градович

Научный руководитель - *В.И. Попко*

Белорусский национальный технический университет

В докладе рассматривается понятие массы, как одной из важнейших физических величин. Обсуждается связь массы и веса тела. Вес тела – это его важное свойство, но вес тела зависит не только от его самого, но и от внешних условий. Так вес одного и того же тела в 6 раз меньше на Луне, чем на Земле. В отличие от веса масса является неизменным свойством тела, независящим ни от чего, кроме как от этого тела. Рассматривается также масса инертная и масса гравитационная.

Далее дается исторический обзор возникновения методик измерения массы и измерительных приборов (весов), их совершенствование. Первые упоминания о взвешивании в древнем Египте свидетельствуют о том, что люди научились определять массу тела при сравнении веса двух тел (эталонного и исследуемого) с помощью рычажных весов около 5 тысяч лет назад. При археологических раскопках удалось найти гири древних египтян. Самая маленькая из них весит несколько грамм, значит, чувствительность весов и точность древних весов была, по меньшей мере, такая же (до нескольких грамм), а может быть и лучше. Более 2 тысяч лет назад появились неравноплечные весы. Впервые теорию весов разрабатывали Аристотель, Евклид и Архимед. Последний создал гидростатические весы, с помощью которых можно было определять, из какого металла состоит предмет. Позднее были созданы платформенные весы, для взвешивания тел большой массы.

Также излагается методика «взвешивания» макроскопических объектов (небесных тел) и их скоплений (галактик), а затем и микрообъектов (определение массы электрона, определение атомных весов элементов, массы нейтрона и других микрообъектов).

В докладе обсуждается связь массы и энергии и дефект массы, как энергетический ресурс человечества.

Массы заряженных частиц можно вычислить, измерив, их удельный заряд, зная заряд частицы, определенный независимым способом. В заключительной части доклада дается описание лабораторной установки и методики определения удельного заряда электрона, а, следовательно, и его массы, методом магнетрона.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФРАКЦИИ ФРЕНЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ БЫСТРОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

С.П. Градович, С.Б. Смирнов

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент *И.А. Хорунжий*

Белорусский национальный технический университет

При разработке оптических устройств и расчете воздействия интенсивного оптического излучения на подложку могут возникать ситуации, при которых необходимо знать детальное распределение интенсивности излучения на освещаемой поверхности. Такая информация может представлять интерес при лазерной резке или закалке материалов, при применении лазеров в офтальмологии, системах записи и восстановления информации и т. д. Важную роль в формировании распределения интенсивности излучения могут играть дифракционные эффекты, корректный учет которых возможен только на основе решения волнового уравнения [1, 2]:

$$2ik \frac{\partial E}{\partial z} + \Delta_{\perp} E = 0, \quad (1)$$

где E – электрическая составляющая электромагнитной волны, i – мнимая единица, Δ_{\perp} – оператор Лапласа по поперечным координатам. Аналитическое решение волнового уравнения (1) для ситуаций, представляющих практический интерес, не представляется возможным. С

развитием вычислительной техники появилась возможность расчета дифракции светового пучка на отверстиях заданной формы методом компьютерного или численного моделирования. В работах [1, 2] предлагается использовать для решения параксиального волнового уравнения квазиоптики (1) быстрое преобразование Фурье. При этом исходное уравнение (1) после применения преобразования Фурье переходит в обыкновенное дифференциальное уравнение, решение которого легко получается путем прямого интегрирования. Сделав обратное преобразование Фурье можно получить распределение оптического излучения в интересующей плоскости. Особенностью данного метода является то, что для уменьшения затрат машинного времени, необходимого для проведения расчетов можно воспользоваться так называемым быстрым преобразованием Фурье [3]. Суть быстрого вычисления преобразования Фурье заключается в том, что при прямом и обратном преобразованиях повторяющиеся тригонометрические функции вычисляются только один раз, а для вычисления коэффициентов Фурье применяются рекуррентные формулы, существенно (более чем в 200 раз) сокращающие время вычислений.

В данной работе разработана программа для персонального компьютера, позволяющая решать уравнение (1) с помощью быстрого двумерного преобразования Фурье. Геометрические параметры пучка излучения, форму и размеры отверстия, на котором происходит дифракция излучения, а также расстояние до освещаемой поверхности можно менять в широких пределах. В результате моделирования рассчитывается распределение интенсивности излучения на освещаемой поверхности. Сравнение результатов расчетов, проведенных для тестовых вариантов, показало их очень хорошее совпадение с экспериментальными данными и расчетами, сделанными другими авторами. Разработанная программа и полученные результаты могут быть использованы при конструировании оптических устройств и расчете режимов воздействия излучения на вещество. Кроме того, программа представляет интерес для лабораторного практикума по компьютерному моделированию физических процессов.

Литература

1. Fleck J.A., Morris J.J., Feit M.D. Time-Dependent Propagation of High Energy Laser Beams through the Atmosphere // Applied Physics.- 1976.- V. 10.- N 2.- pp.129-160.
2. Чесноков С.С. Быстрое преобразование Фурье в задачах теплового самовоздействия // Вестник Московского университета, Серия 3, Физика, астрономия.- 1980.- т. 21.- N 6.- с. 27-31.
3. Задирака Д.С. Теория вычисления преобразования Фурье. – Киев: Наукова думка, 1983.- 203 с.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ ФОЛЬГ СПЛАВА Bi – 12 ат. % Sb, ЛЕГИРОВАННОГО In

*А.В. Демидчик, L. Guicking**

Научный руководитель – д.ф.-м. н., профессор *В.Г. Шепелевич*

Белорусский государственный университет,

**Technische Universität Braunschweig, Deutschland*

Сплав Bi - 12 ат. % Sb является низкотемпературным полупроводниковым материалом n – типа, обладает максимальным коэффициентом термоэлектрической активности и применяется в различных термоэлементах [1, 2]. В настоящее время ведётся активный поиск материалов, которые можно использовать в качестве p – ветви для термоэлектрических устройств. Целью работы было изучить электрические свойства быстрозатвердевших фольг тройного сплава Bi – Sb – In и установить на основании полученных данных, какие свойства, донорные или акцепторные, присущи данному сплаву.

Фольги получались при кристаллизации капли расплава на внутренней отполированной поверхности медного цилиндра. Удельное электросопротивление ρ , магнетосопротивление β , коэффициент Холла R и дифференциальная термо – эдс α измерялись компенсационным методом в интервале температур 77 – 290 К. Сила тока через образец составляла 100 мА, индукция магнитного поля $B = 0,2$ Тл. Исследовались фольги с концентрацией индия 0,6 ат. %.

Отжиг фольг проводился при температуре 200 °С в течение нескольких часов. Отожжённые фольги охлаждались, и затем проводилось измерение электрических свойств.

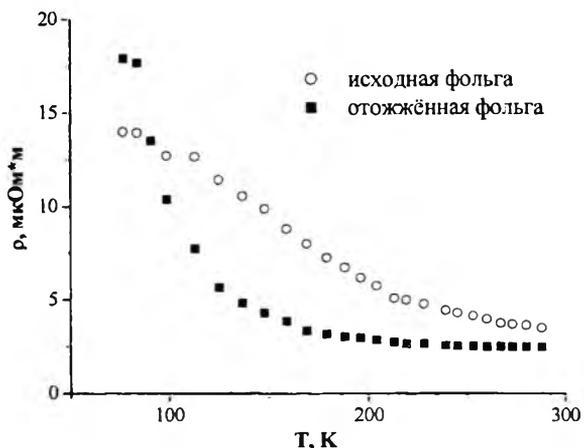


Рис. Температурная зависимость удельного электросопротивления ρ для исходных и отожжённых фольг.

свойств. Так, ρ и β фольг, отожжённых в течение 2 ч, при температуре 77 К имеют более высокое значение, чем ρ и β неотожженных фольг. Термо – эдс фольг, отожжённых в течение 1 ч, отрицательная во всём температурном интервале.

Анализ экспериментальных данных позволяет заключить, что в сплаве висмут – сурьма индий является акцептором.

Литература

1. Осипов Э.В. Твёрдотельная криогеника. -Киев: Наукова думка, 1977. -234 с.
2. Иорданишвили Е.К. Термоэлектрические источники питания. -М.: Сов.Радио, 1968. - 183 с.
3. Шепелевич В.Г., Ф. Шакер Хашем. Структура и электрофизические свойства фольг висмута и сплавов висмут-сурьма. // Вестник БГУ, серия 1.- 1989 .- №1. -С. 59 – 61.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭНЕРГИИ ВДОЛЬ ОДНОМЕРНОЙ ЦЕПОЧКИ ЛИНЕЙНО ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ЧАСТИЦ

С.В. Дубинин

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор *В.С. Вихренко*
Белорусский государственный технологический университет

Закон теплопроводности Фурье находит широкое применение в разрешении различных технических проблем. Возможно его применение и для квазиодномерных систем при исследовании процессов энергопереноса [1]. Альтернативным подходом к решению задач теплопроводности в одномерных системах является компьютерное моделирование этого неравновесного процесса. В этом случае часто рассматривают стационарное состояние системы линейно взаимодействующих частиц, поддерживаемое с помощью термостатов, расположенных на ее границах. В качестве термостатов можно использовать автоколебательные подсистемы.

Межчастичные взаимодействия характеризуются жесткостью c , а взаимодействие с подложкой – жесткостью c_1 . Взаимодействие с термостатами моделируется введением в уравнения движения нулевой и n -й частиц двух дополнительных членов, один из которых имитирует отрицательную вязкость (коэффициенты μ_0 и μ_n), а второй представляет собою силы

сопротивления, кубические по скоростям (коэффициенты γ_0 и γ_n).

Состояние моделируемой системы характеризуется семью размерными параметрами $c, c_1, \mu_0, \mu_n, \gamma_0, \gamma_n, m$, четыре из которых описывают взаимодействие системы с окружающей средой $\mu_0, \mu_n, \gamma_0, \gamma_n$. Для рационального исследования влияния границ удобно перейти к безразмерным уравнениям движения, что позволяет описать состояние системы с помощью четырех безразмерных параметров $\alpha_1=c_1/c, \alpha_2=\mu_n/\mu_0, \alpha_3=\gamma_n/\gamma_0, \alpha_4=\mu_0 m/c^2$.

В соответствии с таблицей различных комбинаций значений параметров было произведено 16 численных экспериментов для цепочки из 100 тел на определение влияния каждого из параметров. Интегрирование системы уравнений движения из состояния, когда возбуждена лишь нулевая частица, выполнено в среде MatLab. Наиболее точные результаты получены при использовании многошагового метода Адамса-Башворта-Мултона переменного порядка. Проверку решения удалось осуществить для свободного термостата – в этом случае существует аналитическое выражение для амплитуды установившихся колебаний, найденное по методу Ван-дер-Поля [2,3].

Установлено, что возмущение распространяется от нулевого тела и доходит до последнего за промежуток времени, который можно определить, учитывая, что $V = \sqrt{E/\rho}$, где V – скорость распространения упругой волны в кристалле, $E = cl_0/l_0^2$ – модуль Юнга, l_0 – равновесное расстояние между частицами, $\rho = m/l_0^3$ – плотность. тогда $\tau = n\sqrt{m/c}$, где n – количество частиц в цепочке. При этом первое тело быстро выходит на устойчивый цикл и ведет себя стабильно, а система накапливает энергию до возвращения отраженного от правого конца возмущения по истечении времени примерно 2τ . После этого первое тело переходит на новый устойчивый цикл с амплитудой, несколько превышающей исходную. Движение последнего тела цепочки также соответствует некоторому устойчивому циклу с амплитудой, меньшей амплитуды нулевого тела. Таким образом, энергия поступает в систему в результате движения первого тела, и такое же ее количество передается в окружающую среду последним телом. В результате устанавливается стационарное неравновесное состояние системы.

Система вполне определенно реагирует на изменение каждого из указанных выше параметров. Например, параметр α_4 характеризует способность системы накапливать энергию до какого-то среднего значения в установившемся режиме. Параметр α_1 обуславливает малый и большой период стоячей волны, которая возникает при передаче энергии вдоль цепочки. Параметры α_2 и α_3 влияют на амплитуду распределения температуры между телами цепочки.

Литература

1. Lepri S., Livi R., Politi R. // Phys. Repts. -2003. – V. 377. – P. 1.-80
2. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. – М.: Наука, 1981.
3. Вихренко В.С. Устойчивость и нелинейные колебания. – Минск: БТИ, 1993.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ГЕНЕРАТОРОВ СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

А.К. Евтюхин

Научный руководитель – *В.М. Лутковский*
Белорусский государственный университет

При создании генераторов случайных чисел (аппаратных или программных) возникает серьезная проблема с оценкой их качества. Для решения этой проблемы применяются различные тесты. В настоящее время разработано множество разнообразных методов тестирования, причем наиболее широко применяются тесты Кнута [1], DIEHARD и NIST [2]. Однако, даже если вся батарея тестов дает положительный результат, уверенности в абсолютной случайности протестированных последовательностей все равно нет. Это и заставляет разрабатывать новые и новые тесты.

С этой целью проведено исследование тестов, основанных на искусственных нейронных сетях (ИНС) – одной из современных технологий обработки информации. Известно,

что нейронные сети успешно решают задачи аппроксимации и предсказания [3–4]. Путем обучения нейронная сеть настраивается на определенные закономерности и в соответствии с ними “угадывает” значения на следующих шагах. Это и наталкивает на мысль о возможности предсказания следующего значения, выдаваемого генератором, на основании предыдущих значений. Логично предположить, что если сеть сможет с определенной вероятностью предсказывать элементы, то в выдаваемой последовательности есть некоторые закономерности, и генератор уже нельзя назвать хорошим. Следующие два теста основаны на этой идее.

Первый тест предназначен для предсказания последующего бита. Этот тест был больше ориентирован на физические генераторы случайных чисел, на обнаружение в них “зацикливаний”. В нем вся последовательность была разбита на две. Первая (меньшая) – для обучения сети, и большая, для тестирования. На основании количества бит “угадываний” сетью строился вывод о качестве генератора. Очевидно, что если предсказать бит нельзя, то частота таких “угадываний” будет стремиться к 0.5.

Второй тест использовал в качестве входного параметра байт (8 бит). С помощью этого теста была попытка предсказать конгруэнтно созданную последовательность, основанную на соответствующем математическом преобразовании. Из-за большого количества выходных данных (256 выходов), оценивалось попадание в интервал рядом с реальным значением. Это приводило к двойному результату: уменьшению количества выходов и времени обучения ИНС. Кроме того, независимо от погрешностей округления учитывался разброс выходных данных.

В тесте на сравнение последовательностей, аналогичному корреляционному тесту, использована способность ИНС решать задачу распознавания. Дело в том, что в отличие от статистических тестов, ИНС позволяет определить вероятность совпадения, что может быть использовано, чтобы забраковать генератор.

В результате проведенных исследований созданы и апробированы три теста для генераторов случайных чисел, причем первый и второй тест оказались наиболее эффективными. Второй тест не позволяет предсказать конгруэнтную последовательность, что связано с использованием в этом методе генерации деления по модулю, но он позволяет обнаружить ошибки во многих генераторах низкого качества.

Следует отметить, что предложенный подход к тестированию принципиально отличается от традиционного подхода. Не снижая ценности ранее созданных методов тестирования генераторов, они позволяют принять решение о приемлемости того или иного генератора случайных чисел, когда стандартных тестов недостаточно.

Литература

1. Кнут Д.. Искусство программирования для ЭВМ. Т. 2. Получисленные алгоритмы.- М.: Мир. 1977.
2. Marsaglia G., DIEHARD Statistical Tests: <http://stat.fsu.edu/~geo/diehard.html>
3. Bishop M. Neural Networks for Pattern Recognition. Oxford: Clarendon Press, 1997.
4. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / Пер. с англ. Ю. А. Зуева и В. А. Точенова. -М.: Мир. 1992.

ТЕСТЕР ЦИФРОВЫХ МИКРОСХЕМ

В.В. Журович

Научный руководитель – к.ф.-м.н., профессор ***А.Г. Головейко***
Белорусский национальный технический университет

Разработан, изготовлен и испытан на практике тестер цифровых микросхем, работающих как в статическом так и динамическом режиме. При разработке ставилась задача отказаться от большого числа разрозненных диагностирующих устройств для диагностики блоков, состоящих из небольшого количества логических микросхем и заменить все эти устройства одним универсальным тестером. Предлагаемый тестер обладает достаточными техническими возможностями для своего применения при решении подобных задач, в частности он может использоваться наладчиками станков с ЧПУ при выявлении неисправностей и ремонте электронных схем. Прибор удобен в работе. Результаты диагностики логических микросхем

выводятся на индикаторное табло, где с помощью светодиодов выводятся логические результаты диагностики в виде 0 и 1, что соответствует высвечиванию или отсутствию высвечивания светодиода. В докладе предлагается электронная схема тестера с полной информацией о принципах его работы, а так же демонстрация самого прибора.

НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ВОДОРОДНОЙ ПЛАЗМОЙ

О.В. Зинчук, М.С. Тиванов, С.В. Чигирь

Научные руководители – д.ф.-м.н., профессор *А.К. Федотов*,

к.ф.-м.н, доцент *Н.А. Дроздов*

Белорусский государственный университет

Известно, что ионно-плазменная обработка пластин кремния приводит к изменению морфологии поверхности – увеличению шероховатости. Это может быть использовано для создания антиотражающего покрытия в производстве солнечных элементов. Данная работа посвящена исследованию влияния энергии и потока ионов водорода на структурирование поверхности и электрические свойства кремниевых подложек. Пластины кремния, выращенного по методу Чохральского, были облучены ионами водорода с разными энергиями и разной длительностью. В работе представлены результаты исследований морфологии поверхности пластин методами атомной силовой микроскопии (АСМ), а также измерений диффузионной длины и времени жизни неосновных носителей заряда (ННЗ) в обработанных водородом пластинах кремния.

Для исследования влияния ионно-плазменной обработки водородом на морфологию поверхности и свойства монокристаллического кремния использовались стандартные промышленные пластины КДБ-12 с ориентацией поверхности (100). Образцы обрабатывались в водородной плазме в вакуумной установке ионного облучения при давлении $5 \cdot 10^{-4}$ Торр. Был использован широкоапертурный источник ионов водорода на основе двухкаскадного самостоятельного разряда низкого давления с холодным полым катодом [1]. Плотность потока ионов водорода составляла $0,1 \text{ мА/см}^2$. В процессе экспериментов получено пять серий образцов, каждой из которых соответствовала определенная энергия ионов (100, 200, 400, 600 и 800 эВ). Для каждой использованной энергии при помощи программы SRIM-2003 рассчитывалась глубина проникновения и коэффициент распыления ионов водорода, а также среднеквадратичные значения шероховатости после облучения для каждой серии образцов. Длительность облучения для образцов каждой серии составляла 5, 10, 20 и 40 мин, а температура подложки в процессе облучения была $\sim 40 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для изучения шероховатости поверхности облученных образцов использовался атомный силовой микроскоп (АСМ) “FEMTOSCAN-001” с полем сканирования до $5 \times 5 \text{ мкм}^2$, работающий в контактном режиме с использованием кремниевых кантилеверов. С целью исследования влияния ионно-плазменной обработки на электрические свойства пластин на облученных образцах проводилось оценка диффузионной длины ННЗ на основе измерения спектральной зависимости фотоотклика в системе “кремний-электролит” [2], а также времени жизни ННЗ методом кинетики спада фотопроводимости [3].

Наблюдается наибольшая шероховатость у образцов после облучения ионами водорода с энергиями 400-800 эВ в течение 5 мин. Более длительное облучение образцов приводит к уменьшению шероховатости поверхности (планаризации пластин).

С увеличением времени облучения происходит уменьшение диффузионной длины неосновных носителей, причём особенно сильнее (в 6-10 раз за первые 5 мин обработки). Кроме того, как показали эксперименты, характерной особенностью образцов является появление изгиба зон на обработанной стороне, что проявлялось в фотовольтаическом эффекте и повышении фоточувствительности в коротковолновой области спектра. Это свидетельствует об интенсивном дефектообразовании вблизи поверхности кремния в процессе обработки водородом. Однако выявление типа и природы этих дефектов требуют дальнейших исследований.

Литература

1. А.И. Стогний, С.В. Корякин // ПТЭ.- 2000.- №6.- с. 64-67,
2. D.L. Lile, N.M. Davis semiconductor profiling using an optical probe // Solid State Electron.- 1975.- v. 18.-№ 7-8.- p. 699-704.
3. С.М.Рывкин. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. -М.: Физматгиз, 1963.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛЕНОК, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

А.В. Иванов

Научный руководитель – *В.И. Попко*

Белорусский национальный технический университет

Внимание исследователей многих стран давно привлечено к разработке преобразователей солнечной энергии, практическое применение которой не связано с загрязнением окружающей среды и, как следствие, изменением теплового баланса планеты. В современной фотоэлектрической энергетике особое внимание уделяется разработке высокоэффективных дешёвых тонкопленочных солнечных элементов с продолжительным сроком службы, которые успешно могут заменить применяемые в настоящее время элементы на основе кремния и арсенида галлия. Среди новых перспективных полупроводниковых материалов, пригодных для создания на их основе эффективных фотопреобразователей следует выделить трехкомпонентное соединение меди CuInSe_2 . По своим физическим свойствам (ширина запрещенной зоны и большой коэффициент оптического поглощения) это соединение удачно подходит для изготовления на его основе солнечных элементов. Кроме этого радиационная стойкость приборов на основе этого соединения в 50 раз выше по сравнению с Si и GaAs.

Целью настоящей работы являлось исследование температурных зависимостей электропроводности плёнок CuInSe_2 . Процесс получения плёнок включал в себя нанесение слоёв меди и индия на стеклянную подложку методом термического напыления и последующий температурный отжиг в парах селена в атмосфере инертного газа (азот). Исследование температурной зависимости электропроводности позволяет определить значения энергий активации энергетических уровней в запрещённой зоне, обусловленных дефектами различного типа, образующимися при формировании плёнки. Измерение температурных зависимостей плёнок проводилось в вакуумной камере в температурном интервале 80–400К. В качестве электрических контактов использовался токопроводящий клей, который, согласно предварительно проведенным исследованиям являлся омическим контактом к вышеуказанным плёнкам во всём температурном интервале. Все исследованные плёнки имели р-тип электропроводности. Температурные зависимости электропроводности описываются известным соотношением $\sigma = \sigma_0 \exp(-\Delta E_a/kT)$, где ΔE_a – энергия активации энергетического уровня, который при данной температуре участвует в создании носителей заряда, определяющих величину электропроводности. Поэтому для определения энергий активации энергетических уровней необходимо регистрация температурной зависимости электропроводности. Если преобразовать её в зависимость вида $\ln \sigma = f(1000/T)$, то по наклону прямолинейных участков в определенных интервалах температур можно определить соответствующие значения энергий активации энергетических уровней ΔE_a . Согласно имеющимся литературным данным вышеуказанные плёнки имеют собственные дефекты типа вакансии меди (V_{Cu}) и вакансии селена (V_{Se}). Эти дефекты являются основными для данного полупроводникового соединения и определяют тип проводимости и значение величины удельного сопротивления. Из полученных нами температурных зависимостей электропроводности были определены два значения энергий активации энергетических уровней, созданных собственными дефектами в плёнках. Первое значение энергии активации $\Delta E_1 = 0,093$ эВ, определённое в температурном интервале $\Delta T_1 = 140\text{--}300\text{K}$ можно приписать вакансиям селена, образующим донорные энергетические уровни в запрещённой зоне. Второе значение $\Delta E_2 = 0,045$ эВ было определено в температурном интервале $\Delta T_2 = 80\text{--}140\text{K}$ и

приписано нами к дефектам типа вакансии меди, образующим акцепторный энергетический уровень в запрещённой зоне. Соотношение между концентрациями этих дефектов определяет тип проводимости плёнок. Определённый нами из термоэлектрических измерений р-тип проводимости плёнок свидетельствует о преимущественной концентрации акцепторных уровней и, соответственно, дефектов типа вакансии меди в исследованных плёнках CuInSe_2 .

СПЕКТР ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ВОЗБУЖДЕНИЙ В СИСТЕМАХ ОСЦИЛЛЯТОРНОГО ТИПА

В.С. Иванов

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент *Н.С. Буйнов*
Витебский государственный университет имени П. Машерова

Пусть гамильтониан системы N многоуровневых частиц, без учета взаимодействия их с возбуждающим полем, имеет вид: $H_0 = \sum_{j=1}^N \hbar\omega_0 b_j^\dagger b_j$, где $\hbar\omega_0$ - энергия возбуждения отдельной

квантовой частицы, b_j^\dagger , b_j - операторы Бозе. Гамильтониан поля фотонов: $H_1 = \hbar\omega_k a_k^\dagger a_k$, где учитывается одна резонансная мода излучения, a_k^\dagger , a_k - операторы рождения и уничтожения.

Гамильтониан взаимодействия: $H_2 = \sum_{j=1}^N \left(\frac{\lambda}{\sqrt{N}} (b_j^\dagger)^n a_k e^{ik\bar{r}_j} + \frac{\lambda^*}{\sqrt{N}} (b_j)^n a_k^\dagger e^{-ik\bar{r}_j} \right)$, где λ - константа

взаимодействия, $n = 1$ соответствует линейному случаю, а $n = 2$ - билинейному случаю.

Полный гамильтониан системы, взаимодействующей с фотонным полем, тогда запишется в виде: $H = H_0 + H_1 + H_2$,

$$H = \hbar\omega_k a_k^\dagger a_k + \sum_{j=1}^N \hbar\omega_0 b_j^\dagger b_j + \sum_{j=1}^N \left(\frac{\lambda}{\sqrt{N}} (b_j^\dagger)^n a_k e^{ik\bar{r}_j} + \frac{\lambda^*}{\sqrt{N}} (b_j)^n a_k^\dagger e^{-ik\bar{r}_j} \right). \quad (1)$$

Исследование системы производится методом запаздывающих функций Грина, с помощью которого находится спектр элементарных возбуждений.

Получены следующие результаты:

1) $n = 1$ - мягкая мода отсутствует, а следовательно фазовый переход в такой системе невозможен;

2) $n = 2$ - мягкая мода обращается в ноль при температуре, определяемой из следующего термодинамического уравнения:

$$\langle b^\dagger b \rangle = \frac{1}{2} \left(\frac{\hbar^2 \omega_0 \omega_k}{|\lambda|^2} - 1 \right).$$

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННЫХ ОСЦИЛЛОГРАФАХ

А.А. Карнов, С.В. Прохоров

Научный руководитель – к.ф.-м.н., профессор *А.Г. Головейко*
Белорусский национальный технический университет

Компьютерные технологии в современных осциллографах превратили их в измерительные приборы высокой точности с принципиально новыми техническими возможностями, связанными с запоминанием осциллограммы и её воспроизведением после

любой паузы, а также с компьютерным анализом самой осциллограммы программными методами.

Выпускаемые в разных странах компьютерные осциллографы достаточно совершенны и универсальны, но отличаются высокой стоимостью. В докладе обращается внимание на то, что высокие технические достоинства этих приборов во многих случаях могут оказаться избыточными и не востребованными, а их применение экономически не оправданным. Так при исследовании сигналов в диапазоне частот до 20 кГц достаточно воспользоваться звуковой картой типа Sound Blaster 16/32/64 и программой Audio Tester для преобразования персонального компьютера в компьютерный осциллограф с достаточными техническими данными по записи, воспроизведению и компьютерной обработке осциллограммы при стоимости такого осциллографа более выгодной чем на два порядка. В докладе приводится электронная схема защиты звуковой карты на её линейном входе от случайного сигнала с опасными параметрами.

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОКАЗАТЕЛЯ РАССЕЙНИЯ ПО АНАЛИЗУ ФОРМЫ ИМПУЛЬСА, ОТРАЖЁННОГО ОТ ПОЛУБЕСКОНЕЧНОЙ ДИСПЕРСНОЙ СРЕДЫ

Е.А. Ковалевич

Научный руководитель – д.ф.- м.н., профессор *Н.Н. Роговцов*
Белорусский национальный технический университет

В докладе изложена методика определения показателя рассеяния σ . Значение σ , как и показателя поглощения α , позволяет делать обоснованные суждения о микрофизических свойствах центров рассеяния среды. Показатели σ и α необходимо также знать при исследовании закономерностей процесса многократного рассеяния света. Методика отыскания σ основана на анализе отклика (вторичных импульсов) дисперсной среды на воздействие первичных импульсов на неё, длительность которых должна иметь порядок $10^{-1} \div 10$ нс. При определении σ используются экспериментально зафиксированные временные развёртки вторичных импульсов, причём точность методики возрастает при увеличении числа независимых отсчётов. Кроме этого, в основу данной методики положены общие соотношения инвариантности [1], которые связывают между собой решение различных или однотипных краевых задач теории переноса излучения, и асимптотические разложения [2] для потоков излучения, отражённого от полубесконечной дисперсной среды, для случая почти консервативного рассеяния (т.е. при выполнении условия $1 - \Lambda \ll 1$, где $\Lambda = \sigma(\alpha + \sigma)^{-1}$ – альбеда однократного рассеяния). Отметим ещё, что в качестве составной части методики определения σ были приняты во внимание результаты работы [3], в которой был предложен корректный метод отыскания показателя поглощения α дисперсной среды. Методика тестирована посредством использования точных решений краевых задач для нестационарного уравнения переноса излучения и апробирована с помощью применения метода статистического моделирования. Она отличается от известных приближённых методик определения σ тем, что в основу положены строгие соотношения теории переноса излучения и обоснованные алгоритмы обработки экспериментальных данных.

Литература

1. Н.Н. Роговцов Свойства и принципы инвариантности. Приложение к решению задач математической физики, Ч. 1. Минск: МО РБ, БГПА.
2. В.В. Соболев Рассеяние света в атмосферах планет. -М.:Наука. 1972.
3. В.Я. Анисимов, Н.Н. Роговцов // ЖПС.- 2002. -Т.69.- №6.- с.766-777.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГРУПП-МОДИФИКАТОРОВ НА ПЕРЕПОЛЯРИЗАЦИЮ КРИСТАЛЛОВ TGS

О.Н. Козакова

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент *В.И. Януть*

Белорусский государственный педагогический университет им. М.Танка

Диэлектрические свойства сегнетоэлектрических кристаллов и обусловленные ими процессы переполаризации, исследуются, как правило, по методике Сойера-Тауэра в синусоидальных электрических полях. Этот метод отличается простотой схемы, высокой информативностью и позволяет определять основные макроскопические характеристики кристаллов. Однако, при подаче на образец кристалла электрического поля, напряжённость которого изменяется по гармоническому закону, скорость изменения поля сравнима со скоростями процессов переориентации доменной структуры. Поэтому в синусоидальном поле возможно изучение лишь интегральных переполаризационных характеристик сегнетоэлектрика.

В настоящей работе для изучения процессов переполаризации кристаллов LVTGSP использовался метод, предложенный Мерцем [1]. Суть метода заключается в том, что на образец кристалла подаётся последовательность биполярных прямоугольных импульсов электрического поля. Фронт нарастания этих импульсов во много раз меньше времени протекания процессов, связанных с зарождением и последующей динамикой доменной структуры кристалла. Это, в рамках модели Мерца, позволяет изучать процессы зародышеобразования доменов и движения их стенок до полной монодоменизации образца.

Кристаллы для исследований были выращены методом циркуляции раствора при постоянстве параметров кристаллизации и стехиометрии. Образцы Y-среза кристаллов LVTGSP с нанесёнными алюминиевыми электродами помещались в термостатируемые камеры. Исследования проводились в электрических полях напряжённостью 0 ... 6 кВ/см при длительности импульсов 10 мс, что во много раз больше полного времени импульса тока переполаризации.

Целью исследования явилось изучение влияния частичного замещения сульфатной и глициновой групп в триглицинсульфате (TGS) группами PO_4 и L-валина на процессы импульсной переполаризации структуры кристаллов LVTGSP.

Исследования показали, что пороговое поле начала переполаризации кристаллов LVTGSP ниже, чем для «чистого» TGS и значительно меньше, чем для TGSP. Сравнительный анализ осциллограмм импульсов тока переполаризации кристаллов LVTGSP, TGS и TGSP показал, что в отличие от TGS импульсы тока переполаризации кристаллов TGSP асимметричны в широком интервале полей, что свидетельствует о их устойчивой статической униполярности. Униполярность кристаллов LVTGSP проявляется только на начальной стадии переключения в слабых полях. Проведённые исследования зависимостей основных параметров переполаризации от напряжённости поля указывают на то, что группы L-валина и PO_4 при вхождении в ячейку кристалла TGS оказывают конкурирующее влияние на процессы импульсного переключения его структуры. Предполагается, что фосфат-ион $[\text{PO}_4]^{3-}$, замещая ион $[\text{SO}_4]^{2-}$ в ячейке TGS, оказывает воздействие на ту часть спонтанной поляризации, которая определяется деформационным вкладом сульфат-ионов [2]. Действие L-валина сказывается, очевидно, на переключаемую часть поляризации, которая возникает вследствие переориентации группы NH_3 молекулы глицина.

Литература

1. Мерц В. Образование домена и движение доменной стенки в сегнетоэлектрическом монокристалле / Физика диэлектриков. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – С.286 –289.
2. Берсукер И.Б., Вехтер Б.Г. Происхождение спонтанной поляризации и сегнетоэлектрического фазового перехода в TGS // ФТТ.- 1969.- Т.11.- вып. 9.- С. 2452 – 2458.

ВЗАИМОСОГЛАСОВАННОЕ ОПИСАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ И АБСОРБЦИОННЫХ ПЕРЕХОДОВ ИОНА Eu^{3+} В YAlO_3

О.А. Контарева

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент **Е.Б. Дунина**
Витебский государственный университет им. П. Машерова

Силу линии межмультиплетных электрических дипольных переходов вычисляют обычно в приближении слабого конфигурационного взаимодействия (приближение Джадда-Офельта [1])

$$S_{JJ'}^{ed} = e^2 \sum_{k=2,4,6} \Omega_k \langle \gamma[LS]J \| U^k \| \gamma'[L'S']J' \rangle^2. \quad (1)$$

Здесь $\langle \gamma[LS]J \| U^k \| \gamma'[L'S']J' \rangle$ – приведенный матричный элемент единичного тензора U^k , вычисленный на функциях в приближении свободного иона, параметры интенсивности Ω_k образуют единый набор для всех переходов $J \rightarrow J'$ конфигурации f^N . Таким образом, согласно этому приближению параметры интенсивности должны быть одинаковыми, как для люминесцентных, так и абсорбционных переходов. Однако в работе [2] показано, что определенные по экспериментальным данным параметры интенсивности для абсорбционных переходов приблизительно в два раза больше соответствующих параметров для люминесцентных переходов.

Для устранения этого противоречия в данной работе применено приближение промежуточного по силе конфигурационного взаимодействия. В этом приближении [3] для силы линии справедлива формула

$$S_{JJ'}^{ed} = e^2 \sum_{k=2,4,6} \underbrace{\Omega_k [1 + 2R_k (E_{\gamma J} + E_{\gamma' J'} - 2E_f^0)]}_{\tilde{\Omega}_k} \langle \gamma[LS]J \| U^k \| \gamma'[L'S']J' \rangle^2 + \quad (2)$$

+ члены нечетных рангов.

Здесь параметры $\tilde{\Omega}_k$ зависят от энергии мультиплетов $E_{\gamma J}$ и $E_{\gamma' J'}$, включенных в переход, E_f^0 – энергия центра тяжести $4f^N$ конфигурации.

Таким образом, приближение промежуточного конфигурационного взаимодействия в принципе может объяснить разное значение параметров интенсивности $\tilde{\Omega}_k$ для различных переходов. Действительно, вычисленные параметры интенсивности $\tilde{\Omega}_k$ для абсорбционных и люминесцентных переходов хорошо согласуются с экспериментальными значениями.

Литература

1. B.R. Judd. Optical Absorption Intensities of Rare-Earth Ions // Phys.Rev. -1962.-V.127.-P.750-761
2. M.J. Weber, T.E. Varitimos, B.H. Matsinger. Optical Intensities of Rare-Earth Ions in Yttrium Orthoaluminate // Phys. Rev. B. -1973.-Vol. 8.- No.1.-P. 47-53
3. A.A. Kornienko, A.A. Kaminskii, and E.B. Dunina. Dependence of the Line Strength of f-f Transitions on the Manifold Energy. II. Analysis of Pr^{3+} in $\text{KPr}_4\text{O}_{12}$ // Phys. Stat. Sol.(b). -1990.-V.157.- P. 267-273.

НЕЛИНЕЙНЫЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ L- ЛЕЙЦИНОМ КРИСТАЛЛОВ TGS

Н.Л. Костюкевич

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент *Л.Н. Марголин*
Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка

Современная физика спонтанно – поляризованных диэлектриков (линейных пьезоэлектриков, сегнетоэлектриков и родственных им материалов) является важнейшим разделом науки о твердом теле. Наибольший прогресс в этой области знания и самые значительные перспективы развития связаны с физикой сегнетоэлектриков. Причины этого заключаются в природе самих объектов исследования, обладающих необычными сочетаниями разнообразных уникальных физических свойств, изучение которых имеет как фундаментальное, так и прикладное значение.

Среди сегнетоэлектрических кристаллов важную роль играют кристаллы группы триглицинсульфата (TGS). Они привлекают к себе внимание непосредственно благодаря двум особенностям: возможностью выращивания больших, совершенных монокристаллов из водных растворов и близостью температуры фазового перехода. Это дает возможность целенаправленно управлять физическими свойствами кристаллов как путем их модификации, так и условиями выращивания (температура, пересыщение, pH раствора) [1,2].

В данной работе проведено подробное изучение нелинейных свойств кристаллов TGS, модифицированных L – лейцином (L – L). Лиганд L – лейцин относится к группе аминокислот, таких как L - α - аланин, L – валин и поэтому достаточно хорошо замещает глициновую группу в TGS.

Новые модифицированные кристаллы L-LTGS выращены в сегнетоэлектрической фазе при температурах 23,5°C и 30°C с постоянным пересыщением. Содержание лиганда L – лейцина составляло до 10 мол.% в растворе.

Подробно исследованы температурные зависимости диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь в слабом электрическом поле, реверсивная диэлектрическая проницаемость кристаллов L-LTGS по наиболее развитым пирамидам роста (110), ($\bar{1}10$), (001), (100) и др.

Проведено сравнение нелинейных свойств кристаллов L-LTGS с аналогичными характеристиками для кристаллов TGS и L-VTGS.

Установлено, что применение лиганда L – лейцина позволяет существенно изменять свойства кристаллов TGS.

Литература

1. М.С. Цедрик. Физические свойства кристаллов семейства триглицинсульфата. -Мн., 1986. 216с.

2. Л.Н. Марголин, В.Ф. Гонтарев. Диэлектрические и поляризационные свойства триглицинсульфата, легированного L – валином. // Весці АН Беларусі. Сер. фіз – мат. навук. - 1996. -№1. -С. 74 –77.

ИЗУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГИРОСКОПА

В.А. Куница

Научный руководитель – к.ф.-м.н. *Д.С. Бобученко*
Белорусский национальный технический университет

Гироподобные приборы имеют широкое практическое применение в различных областях техники. Они используются в навигационных приборах (гироскоп, гиригоризонт и т.д.), в устройствах для поддержания заданного направления (автопилот, авторулевой и др.), также они могут быть использованы в лабораторных условиях для измерения некоторых физических величин.

В работе приведены основные понятия и теория движения гироскопа в рамках общего курса физики. Экспериментально измерена зависимость угловой скорости прецессии от внешнего момента сил и момента импульса гироскопа. Гироскоп, имеющий большой момент импульса, обладает большей устойчивостью оси гироскопа по отношению к внешнему воздействию. Если внешняя сила создает момент, вызывающий прецессионное движение оси гироскопа, то время в течении которого будет происходить это движение равно времени воздействия. Следовательно, можно сделать вывод, что кратковременные действия сил практически не приводят к изменению ориентации оси вращения гироскопа, а для ее изменения следует прикладывать силы в течение длительного времени.

Изучены возможности применения гироскопа для измерений массы или ускорения свободного падения. Известно, что момент внешних сил M , момент импульса гироскопа L и угловая скорость прецессии ω' связаны соотношением:

$$M=L*\omega'$$

Момент сил создает сила тяжести груза, подвешенного к оси гироскопа: $M=m*g*|z-z_p|$, где z_p – координата груза по метрической линейке, которое соответствует нулевому значению действия внешнего момента сил, z – текущая координата груза. Массу груза можно рассчитать по формуле:

$$m=L*(\omega'_2-\omega'_1)/(g*(z_2-z_1))$$

по известному значению момента импульса гироскопа L , по измеренным значениям угловых скоростей прецессии ω'_1 , ω'_2 для двух положений груза, и разности координат груза по метрической линейке. Проведены анализ погрешностей измерений и сравнение с измерениями другими методами. Разработана программа для персонального компьютера на алгоритмическом языке MATLAB для обработки и визуализации результатов измерений. Аналогичным образом, с хорошей точностью возможны измерения ускорения свободного падения.

ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА В РАМКАХ РЕШЕТОЧНЫХ МОДЕЛЕЙ

Р.Н. Ласовский

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор *В.С. Вихренко*
Белорусский государственный технологический университет

Для описания состояний, возникающих при действии сильных внешних полей, предложено обобщение решеточной модели [1], состоящее в учете влияния внешнего поля на высоту барьеров, преодолеваемых в процессе перескока частицы на вакантный узел.

В отличие от случая отсутствия поля, или его малости, когда применима теория линейной реакции [2], при действии сильного поля аналитическое решение уравнений для функции распределения не найдено. Поэтому основное внимание при исследовании рассматриваемых процессов уделяется их компьютерному моделированию. В результате показано возникновение

слоистого структурного разделения в системе в направлении, перпендикулярном действующему полю.

В работе для описания явления расслоения в пространстве чисел заполнения предлагается рассматривать влияние сильного поля, порождающего стационарный поток частиц, через возникновение дополнительного взаимодействия между частицами, приобретающего асимметричный вид. При этом функция распределения ищется в форме гиббсовской равновесной функции распределения с учетом взаимодействия лишь ближайших соседей, характеризуемого двумя константами J_{\square} и J_{\perp} , которые определяют величину энергии связи двух ближайших соседей в продольном и поперечном направлениях, соответственно. Для определения названных параметров построена иерархия зацепляющихся уравнений для частичных функций распределения. Установлено, что в одномерной системе не возникает отклонения в распределении частиц при действии поля, если этим полем создается направленный поток. Далее было показано, что равновесные гиббсовские функции распределения тождественно удовлетворяют первым двум уравнениям бесконечной цепочки определяющих уравнений.

Существенная чувствительность к рассматриваемому явлению проявляется только на третьем уравнении, что указывает на необходимость расчета многочастичных корреляторов (стоящих в скобках уравнений (1)), отражающих искомый эффект.

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 1 \\ \hline \end{array} &= 4 \left(\begin{array}{|c|c|} \hline 1 & \\ \hline \vdots & \\ \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & \\ \hline \vdots & \\ \hline 1 & 1 \\ \hline \end{array} \right) + (A+B) \left(\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & \rightarrow 0 & 1 \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & \leftarrow 1 & 1 \\ \hline \end{array} \right) \\ \frac{d}{dt} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \vdots \\ \hline 1 \\ \hline \end{array} &= 2 \left(\begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \vdots \\ \hline 0 \\ \hline \vdots \\ \hline 1 \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline 0 \\ \hline \vdots \\ \hline 1 \\ \hline \vdots \\ \hline 1 \\ \hline \end{array} \right) + 2(A+B) \left(\begin{array}{|c|c|} \hline 1 & \rightarrow 0 \\ \hline \vdots & \\ \hline 1 & \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & \leftarrow 0 \\ \hline \vdots & \\ \hline 1 & \\ \hline \end{array} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

Для установления связи между характеристиками внешнего поля и трансформацией межмолекулярного взаимодействия в системе они выражены через многочастичные корреляторы исходной энергии взаимодействия, усредненные функциями распределения с модифицированным потенциалом. Полученная при этом система соотношений оказалась линейной по отношению к экспонентам от напряженности внешнего поля, что позволяет перейти к решению вместо поставленной, обратной задачи, когда исходными параметрами выступают характеристики J_{\square} и J_{\perp} , а искомыми являются характеристики внешнего воздействия.

Литература

1. B. Schmittmann and R.K.P. Zia // Phase Transitions and Critical Phenomena.- 1995.- V. 17
2. C. Domb and M.S. Green // Phase Transitions and Critical Phenomena.- 1976.- V. 6

МАКЕТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАНАРНОЙ ОПТИКИ

Д.Б. Лешуков, А.В. Малнач

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент *Т.И. Развина*
Белорусский национальный технический университет

Требования к минитюаризации оптических систем передачи и обработки информации стимулируют развитие интегральной оптики. В настоящее время широко разрабатываются интегрально-оптические устройства различного функционального назначения. Важным элементом интегрально-оптических устройств являются планарные микролинзы. Такие планарные структуры могут выполнять роль не только отдельных линз, но и целых оптических систем. Планарные оптические элементы, образуют новый класс оптических приборов – приборы бинарной оптики, которые применяются для формирования и передачи оптических

изображений (волоконная оптика, оптические компьютеры, трехмерная фотография, микролинзовая литография и др.). В данной работе проводится макетирование образцов этой необычной оптики, их экспериментальное исследование и сравнение с обычными сферическими линзами.

Для получения планарных образцов в работе использовались различные методы. Были выполнены расчет таких элементов (типа зонных пластинок), фотографическим методом изготовлены экспериментальные образцы фокусирующих элементов, содержащих до 17 зон. Размеры таких планарных элементов варьировались в пределах 10...5 мм. Другой метод заключается в приготовлении прозрачной в видимом диапазоне композиции, обладающей определенным распределением показателя преломления. Трехмерное распределение показателя преломления в таких средах является основным условием для изменения их оптических свойств. Для получения оценочных оптических характеристик можно приближенно считать распределение показателя преломления сферически симметричным. В докладе проводится обсуждение основных этапов изготовления планарного образца таким методом. Были выполнены оценочные расчеты оптических характеристик получаемых образцов: фокусного расстояния - f и диаметра фокального пятна - d . Результаты эксперимента удовлетворительно совпадают с полученными численным путем параметрами, что позволяет сделать вывод о допустимости используемых приближений.

УЧЕБНОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ

С.М. Мурашко

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент *Г.А. Заборовский*

Белорусский государственный педагогический университет им. М.Танка

Учебное компьютерное моделирование является важным компонентом изучения физики. В настоящее время применяется целый ряд инструментов, позволяющих решать разнообразные как по цели, так и по исполнению задачи моделирования.

С целью выбора наиболее эффективных инструментов и методов нами проведено сравнение возможностей реализации учебных моделей по физике с помощью различных программных средств общего и специального назначения: Interactive Physics, Excel+VBA, MathCad, Visual Basic, Delphi. Мы рассмотрели особенности построения ряда типичных учебных моделей из трех разделов курса общей физики: механика (движение точки в гравитационном поле, удар шаров, сложение колебаний, физический и математический маятники), электричество (взаимодействие зарядов, электростатическое поле, электрические цепи постоянного тока), оптика (отражение и преломление света, оптические приборы, интерференция, дифракция).

По способу реализации можно выделить три типа моделей: 1) модели, не использующие программно-языковое описание, 2) частично использующие программно-языковое описание (в виде макросов, скриптов и т.п.), 3) модели, полностью описываемые языком программирования. По роли и месту в учебном процессе созданные нами модели охватывают широкий спектр применений: от простых демонстраций до виртуальных лабораторных работ. Каждое программное средство имеет свои инструменты и методы, использование которых наиболее эффективно лишь для определенных категорий объектов, явлений или процессов.

Модели первого типа могут создаваться с помощью программных средств общего назначения (например, электронных таблиц Excel или математических систем MathCad). Наиболее эффективная сфера их применения - численный эксперимент, графическая иллюстрация физических законов и процессов. Использование элементов управления Excel существенно расширяет эту сферу, обеспечивая интерактивное управление параметрами.

Широкое распространение в последнее время получили конструкторы моделей и виртуальных миров. Нами создан ряд моделей по механике в среде Interactive Physics. Основное достоинство – возможность моделирования поведения довольно сложных физических объектов без знания программирования.

Реализация моделей второго типа требует привлечения дополнительных инструментов и элементов программирования, например VBA. При этом довольно просто моделируются физические процессы в динамике, например, при изучении колебаний и волн.

Модели третьего типа создаются в тех случаях, когда требуется большая точность расчетов или особый тип визуализации. При этом необходимо самим построить как физическую, так и математическую модель, а также обеспечить управление (интерактивный интерфейс) и вывод результатов расчетов в наглядной форме (визуализация). Для разработки таких моделей нами использованы системы программирования: Visual Basic и Delphi.

В качестве примера рассмотрим модель электрического поля нескольких зарядов. В этой задаче требуется по известному положению зарядов, их величине и знаку построить силовые и эквипотенциальные линии электрического поля. Математическая модель довольно сложна и сводится к решению системы дифференциальных уравнений. Такую модель очень трудно реализовать программными средствами общего назначения, например Excel. Нами разработан конструктор моделей "Поле системы зарядов" в системе Visual Basic. Реализация этой задачи в системе Delphi аналогична. В заключение отметим, что разные среды программирования отличаются подходами и несколько разными средствами для создания моделей, однако использование дополнительных библиотек практически стирает границы между ними.

НЕЙРОСЕТЕВАЯ АППРОКСИМАЦИЯ ФОТОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

П.В. Назаров, Е.В. Макарова

Научный руководитель – д.ф.-м. н., профессор *В.В. Ананасович*
Белорусский государственный университет

Задача определения неизвестных параметров различных экспериментальных систем является одной из основополагающих во многих областях науки. Важнейший этап при этом – адекватный анализ экспериментальных данных. Однако из-за сложности проведения анализа доступных данных, на практике зачастую приходится прибегать к упрощенной трактовке эмпирической информации и фокусировке на отдельных интегральных значениях. Особенно остро данная проблематика характерна для изучения фотофизических процессов в биомолекулярных образованиях при исследовании их флуоресцентными методами [1]. Таким образом, возникает проблема адекватного анализа данных флуоресцентного эксперимента.

Одним из наиболее перспективных методов интерпретации экспериментальных данных оптической спектроскопии, является метод имитационного моделирования [2]. Для построения имитационной модели сложной системы достаточно обладать информацией об элементарных процессах, происходящих в ней, и иметь представление о структуре системы, тогда как стандартное математическое моделирование предполагает наличие полного аналитического описания поведения системы и знание законов распределения всех стохастических параметров, что редко осуществимо на практике. В то же время, определение параметров систем с помощью имитационного моделирования затруднено, поскольку сопряжено со значительными вычислительными затратами. Как правило, идентификация системы осуществляется путем аппроксимации экспериментальных данных результатами моделирования, при этом используются стандартные методы многопараметрической оптимизации [3]. Очевидно, что в этом случае число пусков моделирования совпадает или даже превосходит число вычислений функции невязок. Во многих случаях высокие временные затраты не позволяют применять такой подход для идентификации систем. Поэтому, актуальной является разработка методов и алгоритмов, позволяющих снизить вычислительные и временные затраты при определении параметров систем с помощью статистического моделирования.

Для решения этой проблемы была предложена методика замены имитационной модели искусственной нейронной сетью (ИНС), т.е. моделью типа "черного ящика". При этом искомые и варьируемые в эксперименте параметры выступают в качестве входов такой модели, а аппроксимирующие данные – в качестве выходов. До начала анализа ИНС обучается задаче аппроксимации имитационной модели. Для этого генерируется репрезентативная выборка

входных параметров модели и соответствующих им выходов. Сеть обучается стандартным методом обратного распространения ошибки [4].

Нейросетевая аппроксимация имитационной модели позволяет значительно ускорить процесс моделирования. Кроме того, результатом работы ИНС является гладкая функция, значительно снижающая стохастические девиации выходной функции, возникающие при имитационном моделировании. Предложенный алгоритм анализа данных был применен на практике для идентификации процессов переноса энергии в системах мембранных протеинов. В качестве ИНС использовался трехслойный перцептрон [4]. В результате было получено ускорение процесса на этапе анализа в среднем в 10^4 раза.

Литература

1. Lakowicz J.R. Principles of fluorescence spectroscopy. Kluwer Academic/Plenum Publishers: New York, 1999.

2. Andrews L.; Demidov A. Resonance Energy Transfer. John Wiley & Sons Ltd Inc: New York, 1999.

3. Yatskou M.M.; Donker H.; Koehorst R.B.M.; van Hoek A.; Schaafsma T.J. Energy transfer processes in zinc porphyrin films studied by time-resolved fluorescence spectroscopy and Monte Carlo simulations // Chem. Phys. Lett. –2001.- V. 345.- p. 141–150.

4. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. -М.: Мир, 1992.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ ФОЛЬГ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ С ПЕРЕХОДНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Е.Ю. Неумержицкая

Научный руководитель – доктор ф.-м.н. *В.Г. Шепелевич*
Белорусский государственный университет

При сверхбыстрой закалке из жидкой фазы достигается значительное увеличение растворимости легирующих элементов в матрице, формируется микрокристаллическая структура, возможно образование мелкодисперсных выделений метастабильных и стабильных фаз, что существенно влияет на физико-механические свойства материалов. Известно, что равновесная растворимость переходных элементов в алюминии очень низкая, что ограничивает их использование в качестве легирующих элементов при получении сплавов традиционными технологиями. В связи с этим в данной работе представляются результаты исследования структуры быстрозатвердевших фольг сплавов систем алюминий-железо, алюминий-кобальт и алюминий-никель.

Быстрозатвердевшие фольги сплавов Al-Fe, содержащие 0,25...2,0 ат. % Fe; Al-Co, содержащие 0,3...2,4 ат. % Co и Al-Ni, содержащие 0,15...1,2 ат. % Ni были получены инжектированием капли расплава ($\approx 0,2$ г) на внутреннюю полированную поверхность вращающегося медного цилиндра, где и происходила кристаллизация. Линейная скорость поверхности цилиндра 15 м/с. Для исследования использовались фольги толщиной 30 ... 80 мкм. Скорость охлаждения жидкости при получении фольги такой толщины $\approx 10^6$ К/с. Рентгеноструктурные исследования быстрозатвердевших фольг выполнены на дифрактометре ДРОН-3 в медном излучении. Для проведения металлографического анализа использовался ПМТ-3.

Быстрозатвердевшие фольги сплавов Al-Fe, Al-Co, Al-Ni имеют микрокристаллическую структуру. Средний размер зерна составляет несколько микрон и уменьшается с увеличением концентрации легирующего компонента в сплавах.

Зерна в фольге имеют преимущественную ориентировку. В таблице приведены значения полюсных плотностей дифракционных линий исследуемых сплавов, полученных сверхбыстрой закалкой из жидкой фазы. Как видно из таблицы, наибольшим значением полюсной плотности

| Сплав | Дифракционные линии | | | | | |
|--------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 111 | 200 | 220 | 311 | 331 | 420 |
| Al - 0,15 ат. % Ni | 3,1 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Al - 0,25 ат. % Fe | 2,0 | 0,7 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,8 |
| Al - 0,3 ат. % Co | 3,3 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,3 | 0,4 |

характеризуется дифракционная линия 111 для всех исследуемых сплавов. Также известно, что при сильно неравновесных условиях получения пленок алюминия и его сплавов образуется текстура (111), а не текстура (100), которая формируется в массивных слитках при условии кристаллизации, близких к равновесным.

Рентгеноструктурные исследования показали, что основной фазой быстрозатвердевших фольг сплавов алюминий-железо, является твердый раствор на основе алюминия. Также наблюдались дифракционные отражения интерметаллического соединения Al₃Ni. Для быстрозатвердевших фольг сплавов алюминий-кобальт и алюминий-железо дополнительных дифракционных отражений, не принадлежащих алюминию, на дифрактограмме не было обнаружено.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДЕФОРМАЦИИ НА СТРУКТУРУ ОДНОМЕРНОЙ ЦЕПОЧКИ С ЗАНЯТЫМИ И ВАКАНТНЫМИ УЗЛАМИ

Д.А. Павленко, Е.В. Фарафонтова

Научный руководитель – д.ф.-м. н., профессор *И.И. Наркевич*
Белорусский государственный технологический университет

Теоретическое исследование структурных, механических и термодинамических свойств одномерной статистической модели растяжения-сжатия молекулярного кристалла основывается на общих результатах, полученных при разработке двухуровневого [1] молекулярно-статистического описания неоднородных сред, которое состоит в одновременном использовании методов коррелятивных функций Боголюбова – Борна – Грина – Кирквуда – Ивона (метод ББГКИ), метода условных коррелятивных функций Л.А. Ротта и метода термодинамических функционалов. Эти методы являются независимыми с точки зрения их исходных принципов и поэтому они лежат в основе двух вполне самостоятельных статистических направлений современной физики. Методы коррелятивных функций используются преимущественно при описании однородных систем, в теории объёмных свойств жидкостей, широко известен метод интегральных уравнений, а метод термодинамических функционалов, предполагающий решение соответствующих вариационных задач, привлекается для изучения неоднородных систем, например, в гетерогенных системах с плоской или сферической поверхностями раздела фаз.

Отличительной особенностью развиваемого подхода является естественное для разрабатываемого статистического направления преобразование, в результате которого все коррелятивные функции конденсированной среды представляются в виде произведения двух функций. Одна из них описывает микрораспределение частиц в элементарных ячейках, на которые мысленно разделён объём V (метод условных распределений), и при замыкании подвергается аппроксимации по методу потенциалов средних сил. Другая часть, описывающая усреднённое по микроячейкам распределение частиц среды, является нормировочным множителем для функций первого типа, она описывает поле неоднородного распределения плотности в системе.

В развиваемом статистическом подходе при решении задач теории упругости учитывается, что в модифицированном методе условных распределений [1, 2] весь объём V

системы из N частиц разделяется на микроячейки объемом ω_l ($l = 1, 2, \dots, M$), число M которых больше N . После разбиения недеформированного образца на микроячейки появляется возможность описания напряжённого состояния деформированного образца с помощью поля тензора микроскопической деформации $\lambda_I^{\alpha\beta} = \partial u_\alpha / \partial x_\beta$, который определяет градиент вектора перемещений \vec{u} частиц сплошной среды. Рассматривая вопрос о статистическом описании структуры деформируемого образца, используется замкнутое нелинейное интегральное уравнение для потенциалов ϕ средних сил деформированной среды.

В качестве приложения развиваемой теории сформулирована одномерная модель растяжения-сжатия [3]. Разработанная методика решения интегрального уравнения для потенциалов ϕ в приближении Гаусса позволила получить явное выражение для свободной энергии, построить графики одночастичных функций $F_{11}(x)$ и $F_{11}^*(x)$ и исследовать с их помощью влияние Θ и λ на изменение структуры модели. Это означает, что имеется возможность теоретически описывать структуру деформированных кристаллических образцов с вакансиями.

Литература

1. Наркевич И.И. Молекулярно-статистическая теория неоднородных конденсированных сред // Дисс. доктора физ.-мат. наук. -С.-Пб.: СПГУ.- 1993.- 242 с.
2. Наркевич И.И. Метод множителей Лагранжа в проблеме нормировки коррелятивных функций многокомпонентного кристалла с дефектами // Высокочистые вещества - 1990.- №1.- С. 67-75.
3. Наркевич И.И., Жукович С.Я., Павленко Д.А. Модифицированное приближение Гаусса для потенциалов средних сил в статистической теории упругости кристаллов с вакансиями // Труды БГТУ. Сер. физ.-мат. наук и информатики. - 2002.- Вып.Х.- С.68-72.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ СТОХАСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А.М. Поплетеев, П.В. Назаров

Научный руководитель – *В.М. Лутковский*
Белорусский государственный университет

Детерминированные нейронные сети (НС), типичными представителями которых являются перцептроны, уже достаточно широко применяются на практике [1, 2]. Тем не менее в последнее время возрос интерес к изучению импульсных (spiking) НС и стохастических НС (СНС), наиболее близких к биологическому прототипу [3, 4]. Дело в том, что перцептроны, обучаемые методом обратного распространения ошибки, не всегда дают желаемые результаты, что объясняется проблемой попадания в локальный минимум [2]. Установлено, что включение стохастических элементов в такие НС или использование стохастических алгоритмов обучения значительно расширяет их возможности [4]. К сожалению, СНС недостаточно изучены и используются на практике в меньшей степени, что подтверждается пробелами в литературных источниках. Они имеют ряд отличительных особенностей в сравнении с детерминированными нейронными сетями; в частности, позволяют решить проблему локального минимума. Однако возможности СНС этим далеко не исчерпываются. Целью работы являлось исследование возможностей НС для моделирования и прогнозирования стохастических процессов в электронных приборах.

Возможности применения детерминистических НС и схем обучения для прогнозирования стохастического сигнала весьма ограничены. В этом случае одна из полезных особенностей НС – способность к обобщению – превращается в ее недостаток. Пытаясь “обобщить” стохастический входной сигнал, сеть просто выходит на некоторый постоянный уровень.

Более перспективным для аппроксимации случайных функций (явный вид которых в общем случае не известен) представляется следующее использование НС. По исходному стохастическому сигналу определяются характерные признаки (например, величина

математического ожидания, дисперсии, экстремальные значения, оценка плотности распределения), которые можно использовать в качестве эталона при обучении сети. На вход НС подается несколько случайных величин, имеющих равномерное распределение. Обучение сводится к минимизации различий между параметрами исходного и генерируемых сетью сигналов.

Таким образом, используя для обучения НС стохастические алгоритмы, можно добиться того, что сеть будет генерировать случайный сигнал с заданными характеристиками. Такое применение НС может быть полезно при моделировании различных стохастических процессов для поиска их параметров, а также при восполнении недостающих экспериментальных данных. При этом априорные знания о сигнале не нужны, так как по экспериментальной выборке можно определить необходимые для обучения параметры.

Очевидно, что для решения рассматриваемой задачи могут быть использованы и стохастические НС. К сожалению, их практическое применение осложняется тем фактом, что обучение СНС требует больших временных и вычислительных ресурсов. Тем не менее, данный подход представляется многообещающим, и требует дальнейшей проработки. Прежде всего, следует реализовать более эффективные алгоритмы обучения СНС и исследовать возможность стохастической сети моделировать сигнал с такими же характеристиками, что и использованный при обучении.

Литература

1. Bishop M. Neural Networks for Pattern Recognition. -Oxford: Clarendon Press, 1997. 477 p.
2. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / Пер. с англ. Ю. А. Зуева и В. А. Точенова. -М.: Мир, 1992. 184 с.
3. Van Schaik, A. Building blocks for electronic spiking neural networks // Neural Networks.-2001. -Vol. 14. -P. 617-628.
4. Hangartner R.D., Cull P. Probabilistic computation by Neuromine Networks // BioSystems.-2000. -Vol. 58. -P. 167-176.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ ТИПА “ОБОРОТНЫЙ МАЯТНИК”

И.Ю. Развин, Е.В. Ясюк

Научный руководитель – к.ф.-м.н. *В.В. Черный*
Белорусский национальный технический университет

При постановке лабораторной работы физического практикума “Оборотный маятник“, в которой определяется ускорение свободного падения, необходимо подобрать такое положение грузов и осей, при котором периоды колебаний относительно обеих осей совпадают [1,2]. Для получения контрольных данных представляется целесообразным заменить комплекс тривиальных измерений, требующих значительных затрат времени, компьютерным моделированием.

Для этого предварительно методом крутильных колебаний определялись моменты инерции J_g используемых грузов. В качестве эталонного использовался стальной куб, у которого определялись масса и длина ребра для расчета момента инерции. Момент инерции стержня J_0 также определялся расчетным путем по его известным массе m и длине l .

Затем на алгоритмическом языке Pascal составлялась программа расчета периодов колебаний физического маятника относительно обеих осей для фиксированного положения грузов и осей на стержне. Для проведения расчета периодов необходимо при заданных координатах центров грузов (x_1, x_2) и осей (y_1, y_2) определить также и положение центра масс маятника x_c и расстояния от него до центров грузов (l_1, l_2) . Предполагалось несимметричное расположение грузов относительно центра масс маятника (l_1 и l_2 отличались не менее, чем на 25%), что необходимо для получения высокой точности в определении величины ускорения свободного падения [1].

Расчет момента инерции относительно одной из осей проводился по формуле:

$$J_1 = J_0 + m(0,5l - y_1)^2 + 2J_g + m_g(y_1 - x_1)^2 + m_g(y_1 - x_2)^2,$$

где J_g – момент инерции груза, m_g – масса груза.

Аналогичная формула была получена и для момента инерции относительно второй оси.

Анализировалось различное положение обоих грузов и осей с шагом 1см. Для этого выполнялись четыре вложенных цикла. При фиксированном положении грузов и осей определялись периоды колебаний относительно обеих осей. Данное расположение грузов и осей принималось во внимание, если различие в периодах колебаний не превышало 0,25%.

Для всех вариантов построения обратного маятника, полученных методом моделирования, на эксперименте наблюдалось хорошее совпадение периодов колебаний относительно обеих осей, что позволяет рекомендовать метод компьютерного моделирования при постановке лабораторной работы.

Литература

1. Лабораторные занятия по физике. Учебное пособие. / Гольдин Л.А. и др. -М:Наука, 1983.

2. Физический практикум. Механика и молекулярная физика. / Под ред. В.И. Ивероновой. -М:Наука, 1967. С. 27-31.

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ И РАЗВЕРТКИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ РАДИОСПЕКТРОМЕТРОВ

В.В. Сарока, Е.И. Дедкова, Т.В. Леонова, А.Л. Пархимович

Научный руководитель – к.т.н., доцент *И.О. Оробей*

Белорусский государственный технологический университет

Для осуществления радиоспектроскопического анализа веществ необходимы магнитные системы, обладающие высокой стабильностью поля в рабочей области [1, 2]. Решение данной задачи можно осуществить при помощи магнитной системы на основе электромагнитов.

Разработанное устройство стабилизации и развертки магнитного поля для радиоспектрометров представляет собой контур регулирования, включающий следующие блоки: магнитную систему с ярмом броневого типа на основе электромагнитов; первичный преобразователь – датчик Холла, измеряющий регулируемую величину; аналоговый ПИД-регулятор; источник тока, управляемый напряжением; генератор развертки, формирующий сигнал задания; блок питания. Устройство функционирует следующим образом. Ток, протекающий по катушке, создает магнитное поле в рабочем зазоре, которое измеряется датчиком Холла, расположенном между полюсами электромагнита. Магнитометр вырабатывает напряжение, пропорциональное величине индукции. Сигнал с магнитометра сравнивается с сигналом напряжения задания. Сигнал ошибки поступает на ПИД-регулятор, который изменяет управляющее напряжение источника тока и устанавливает заданное значение магнитного поля.

Параметры магнитной системы: катушка электромагнита содержит 600 витков медного провода диаметром 0,5мм, расположена на полюсных наконечниках. Для получения сигнала поле в месте расположения образца должно быть не менее 0,13 Тл. Длина рабочего зазора равна 10 мм, размеры рабочего зазора составляют 60×60×10 мм [3]. Активное сопротивление катушки электромагнита при температурах 20 и 100°С – 13,8 и 18,8 Ом соответственно, что определяет область работы источника тока. Передаточная характеристика источника тока: $W_{ИТ}=0,1$.

Для определения передаточной характеристики электромагнита (ток-поле) использовались методы расчета магнитных цепей. Поле в центре зазора $B=0,13$ Тл создается током $I=2,35$ А. Передаточная функция системы имеет вид:

$$W_{МС} = K_{МС} / (T_{МС} \cdot p + 1) = 0,553 / (0,1 \cdot p + 1). \quad (1)$$

Постоянная времени T_{MC} обусловлена переходом источника тока в режим источника напряжения из-за срабатывания защиты от индуктивных выбросов при изменениях тока.

Измерительная часть магнитометра на датчике Холла работает на переменном токе с синхронным детектированием и имеет контуры подавления синфазного сигнала и термостабилизации, что обеспечивает высокие метрологические характеристики в необходимом диапазоне полей $1 \div 625$ мТл [4]. Передаточная функция магнитометра:

$$W_{дх} = K_{дх} / (T_{дх} \cdot p + 1) = 44 / (0,47 \cdot p + 1). \quad (2)$$

При помощи средств пакета MATLAB рассчитаны оптимальные уставки ПИД-регулятора: $K_p=3,82$, $T_i=7,73$ $T_d=0,15$. Система обрабатывает возмущение за 1 секунду, что позволяет выбрать скорость развертки поля, исходя из требуемого диапазона записываемого спектра.

Литература

1. Сликтер Ч. Основы теории магнитного резонанса. – М.: Мир, 1981. – С. 42-48.
2. Леше А. Ядерная индукция. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. – С. 54-63.
3. Оробей И.О., Сарока В.В. Первичный преобразователь импульсного ЯМР – спектрометра для систем управления // Труды БГТУ. Сер. физ.-мат. Наук и информ. Вып. X.-2002. -С. 136-138.
4. Оробей И.О., Кузьмицкий И.Ф., Гринюк Д.А., Жарский С.Е., Сарока В.В., Максимова М.В. // ПТЭ. -1997. -№2. -С. 141.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КУБИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА

С.М. Смирнова

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.М. Добрянский*
Белорусский государственный педагогический университет им. М.Танка

Использование пиролитического нитрида бора (ПНБ) для получения кубического бора (КНБ) представляет интерес, поскольку ПНБ вакуумно-плотный материал высокой химической чистоты. Условия полиморфного превращения ПНБ в КНБ исследовались в работах [1,2]. В работе [1] изучали образование КНБ из ПНБ процессе каталитического синтеза, а в [2] изучалось прямое преобразование ПНБ, полученные результаты в этих работах, в ряде случаев противоречивы.

В настоящей работе исследованы особенности образования КНБ из ПНБ с турбостратной структурой. В качестве исходного ПНБ брали пластины ПНБ, плотность которых составляла $1,9 \dots 2,0$ кг/м³, количество примесей не более 0,02 %. Показано, что превращение в КНБ в области устойчивости кубической модификации нитрида бора идет без предварительной рекристаллизации ПНБ в трехмерно упорядоченную структуру. Обнаружен пьезоэлектрический эффект в поликристаллах КНБ, синтезированных из ПНБ, вдоль оси, перпендикулярной плоскости осаждения ПНБ. Знак поляризации при одноосно сжатии связан с исходной структурой: положительный заряд возникает на поверхности поликристалла, являющейся у исходной заготовки поверхностью, обращенной к подложке при осаждении ПНБ. Пьезоэлектрический эффект в поликристаллах КНБ, синтезированных из графитоподобного нитрида бора не обнаружен.

Установлено, что в образцах КНБ с примесями исходной фазы ПНБ наблюдается анизотропия модулей упругости и теплопроводности. При этом теплопроводность, физико-механические и режущие свойства поликристаллов КНБ, синтезированных из ПНБ, существенно выше, чем синтезированных из технического нитрида бора, полученного методом азотирования. Показано, что после очистки и специальной предварительной обработки порошка технического нитрида бора свойства синтезированных поликристаллов КНБ сравнимы с свойствами для поликристаллов, синтезированных из пиронитрида бора.

Исследование микротвердости однофазных поликристаллов КНБ синтезированных из ПНБ при одинаковых Р,Т-режимах синтеза в ячейке с экраном и без экрана образца, показали, что в первом случае давление перехода составляет 100-110 Гпа, во втором - примерно 80 Гпа.

Это можно объяснить влиянием примесей на формирование структуры КНБ. Скорость превращения ПНБ-КНБ на начальной стадии синтеза практически одинакова для обоих типов реакционных ячеек. Это можно объяснить отсутствием влияния примесей из-за недостаточности времени для их проникновения из контейнера. С увеличением времен изотермического нагрева различие в скорости процесса становится заметным, что можно объяснить влиянием активных примесей, диффундирующих из контейнера при отсутствии танталового экрана.

Изучение температурной зависимости удельного сопротивления, диэлектрической проницаемости физико-механических, режущих и др. свойств поликристаллов КНБ, синтезированных из ПНБ, показали перспективность практического использования их не только для лезвийного инструмента, но и в радио - электронной промышленности.

Литература

1. Фельдгун ЛИ и др. О механизме модифицированных превращений в нитриде бора // ЖФХ.-Т.15.-N 12. -С.3067-3070.

2. Патент 235948(Франция). Способ изготовления прессованных изделий КНБ из ПНБ. // Карриган Р.-1979.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ВЕЙВЛЕТ-БАЗИСА ПРИ КОМПРЕССИИ ВИДЕО ИНФОРМАЦИИ

С.Г. Тихоненко

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.С. Садов*

Белорусский государственный университет

В настоящее время в связи с возросшей популярностью всевозможных средств связи, например, таких, как Интернет, остро стоит вопрос о сжатии видеoinформации. Изображение обычно требует для хранения гораздо большего объема памяти, чем текст. Эта особенность изображения определяет актуальность алгоритмов архивации графики. В практике цифровой обработки сигналов широко внедряются вейвлет-преобразования (например, в формате Jpeg2000), применение которых к компрессии видеoinформации во многом более эффективно, чем применение других преобразований, в том числе и дискретного косинусного преобразования, используемого в современных алгоритмах видеосжатия. Однако, вследствие большого многообразия исходных вейвлетов, стоит задача оптимизации их выбора под конкретный класс изображений с целью минимизации ошибки восстановления изображения.

Наилучшим критерием оценки качества восстановленного изображения является экспертная оценка, однако, этот метод не может быть автоматизирован, поэтому основным критерием, позволяющим автоматизировать выбор классов и конкретных типов вейвлетов при сжатии, является анализ особенностей спектров изображений. В докладе приводятся результаты исследования спектров различных изображений, которые разделены по следующим классам [1]: изображения с небольшим количеством цветов и большими областями, заполненными одним цветом (деловая графика); изображения с плавными переходами цветов, построенные на компьютере; фотореалистичные изображения; фотореалистичные изображения с наложением деловой графики (реклама). Для характерных представителей классов получены спектральные представления, исследованы такие характеристики спектра как: частотный диапазон, распределение энергии спектральных компонент по диапазону, градиент распределения этой энергии. Из анализа спектров видно, что для изображений с плавными переходами цветов основная энергия изображения содержится в низкочастотной области, это и позволяет выделить такие изображения отдельным классом. Для деловой графики наблюдаются пики энергии в высокочастотной области, которые обусловлены присутствием ярко выраженных резких границ. Спектр фотореалистичных изображений характеризуется наличием детализации в исходном изображении, которая приводит к переходу части энергии в высокочастотную область. В фотореалистичных изображениях с элементами деловой графики на такой спектр накладываются высокочастотные пики и переходы энергии в

низкочастотную область, вызванные резкими границами и большими областями, заполненными одним цветом или плавными переходами, соответственно. Так же было установлено, что визуальная классификация изображений не является строгой в спектральном смысле. Проведенный анализ полученных характеристик спектра позволяет уточнить классификацию изображений, а полученные результаты могут быть положены в основу адаптивного выбора классов и конкретных типов вейвлетов для увеличения качества сжатого изображения.

Литература

1. Ватолин Д.С. Алгоритмы сжатия изображений. Метод. пособие. Издательский отдел факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ, 1999г.–76с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЯМР-РЕЛАКСАЦИИ В МНОГОЯЧЕИСТОЙ СТРУКТУРЕ

С.И. Хиревич

*Научный руководитель – к.ф.-м.н. С.М. Мельников
Белорусский государственный университет*

Импульсно-градиентный ЯМР-метод широко используется для изучения динамики движения молекул воды и геометрии микроструктур тканей в живых биологических объектах [1]. Наряду с неразрушающим характером измерений, это обусловлено также высокой эффективностью и точностью данной методики. Однако, несмотря на широкое распространение и высокое развитие экспериментальной базы, не существует законченной математической модели, описывающей процесс измерений ЯМР-релаксации в биологических средах. Создание такой модели необходимо как для планирования экспериментов, так и для интерпретации зарегистрированных данных. В предложенных до настоящего времени имитационных [2-3] и аналитических [4] моделях рассматриваются с рядом допущений простейшие идеализированные системы, использование которых возможно только в качестве первого приближения. Применение для моделирования метода конечных разностей позволило построить модель измерений в многоячейстой структуре, но только для одномерной системы [5] и для системы в полярных координатах [6]. Сильное различие в размерах отдельных подобластей биологической клетки (вакуоль, цитоплазма, клеточная стенка) вынуждает использовать неравномерную пространственную сетку для получения достаточной точности при разумных требованиях к вычислительным ресурсам. Это обусловило выбор метода конечных элементов в качестве численного метода для дальнейшего обобщения модели на двумерную область.

Математическая модель, разработанная в рамках данной работы, базируется на численном решении второго закона диффузии Фика, модифицированного для учета влияния импульсов прикладываемого неоднородного магнитного поля [5-6]. Входными параметрами модели являются: конфигурация системы (количество и размер ячеек, проницаемости внешних и внутренних мембран, начальные и граничные условия), коэффициенты диффузии, характерные времена затухания спиновой магнетизации, амплитуда и временной профиль импульсов градиента магнитного поля. В результате моделирования вычисляется кинетика затухания спиновой магнетизации при различных параметрах импульсов градиента магнитного поля. Адекватность построенной модели проверялась путем сравнения с результатами ранее опубликованных работ [2-6], а также с данными экспериментов над простейшими реальными системами, полученными в Вагенингенском университете (Нидерланды). Программная реализация численной модели выполнялась в среде FEMLAB (развитие PDE toolbox MATLAB). Ведется разработка отдельного программного модуля для реализации метода конечных элементов. В рамках этой задачи создана подпрограмма, выполняющая автоматическое разбиение произвольной двумерной области на треугольники. Разработанная численная модель и программные средства станут основой для дальнейшего обобщения модели на трехмерную область. Но уже в теперешнем виде она будет использоваться для планирования экспериментов и обработки данных ЯМР-измерений в биологических средах.

Литература

1. J.E.M.Snaar and h. Van As // Biophys. J.- 1992.- V.63.-P. 1654
2. P.Linse, O.Soderman // J.Magn.Res.A.- 1995.-V. 116.- P. 77
3. R.Valiulin, V. Skirda // J. Chem. Phys.- 2001.- V. 114.-No. 1.- P.452
4. P.T.Callaghan // J.Magn.Res. A.-1995.- V. 113.- P. 53
5. E.G.Novikov, D.van Dusschoten and H. Van As // J.Magn.Res. A.-1998.- V. 135.-P. 522.
6. L. van der Weerd, S.M. Melnikov, F.J. Vergeldt et al. // J.Magn.Res. A.-2002.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕЙТРАЛЬНОГО ВОДОРОДА В ЦЕНТРЕ ГАЛАКТИКИ: СВИДЕТЕЛЬСТВО ВЗРЫВА ГИГАНТСКОЙ СВЕРХНОВОЙ

А.Л. Поплавский

Научные руководители – к ф.-м.н. *О.П. Кузнецик*, к.т.н. *Н.И. Стетюкевич*
Обсерватория, Белорусский государственный университет

Целью данной работы является поиск возможных причин низкой активности ядра Галактики. Актуальность проведенного исследования обусловлена тем, что в настоящее время не существует теории, объясняющей эволюцию и механизмы различной степени активности галактических ядер.

С помощью карт межзвездной экстинкции E_{B-V} из архива SkyView (NASA) [1], применяя численные методы поверхностной фотометрии [2], получено пространственное распределение нейтрального водорода в области $\leq 1^\circ$ от центра Галактики. Его анализ позволил сделать важные выводы: газ и пыль образуют тороид (радиус $R = 38.7 \pm 7.7$ пк, толщина кольца $B = 16.1 \pm 7.7$ пк, высота $H = 38 \pm 7.7$ пк), внутри которого практически нет межзвездной среды.

Т.к. отсутствие межзвездного вещества в центре Галактики приводит к крайне низкой аккреции, это может являться причиной низкой активности центрального парсека. Мною предложено самосогласованное объяснение данного явления. По данным радионаблюдений известен протяженный радиоисточник Arc в Галактическом центре. Его видимая дугообразная форма (см. рис.), нетепловой спектр $I_\nu \propto \nu^{-n}$, а также размеры, соответствующие внутренней границе тороида (рис.) позволяют предположить, что мы наблюдаем остаток гигантской сверхновой.

Дополнительным доказательством ее вспышки в прошлом, является черная дыра промежуточной массы, обнаруженная в центральном парсеке [3]. Анализируя радиоизлучение источника Arc, считая его синхротронным, мною оценено время вспышки: $t \approx 15 - 20$ млн. лет назад.

Таким образом, взрыв гигантской сверхновой вероятно послужил причиной прекращения активности центра нашей Галактики в прошлом. Кроме того он должен был повлиять на биосферу Земли: время вспышки приблизительно соответствует палеонтологическим данным о вымирании динозавров. Похожие взрывы могли происходить и в ядрах других галактик на соответствующей стадии эволюции.

Литература

1. SkyView Virtual Observatory (<http://skyview.gsfc.nasa.gov/>).
2. A.L. Poplavsky et al., 2003, 11th Int. Conf. Foundation & Advances in Nonlinear Science, submitted.
3. B.M.S. Hansen, & M. Milosavljevic, 2003, preprint (astro-ph/0306074 v1).



Оболочка сверхновой (радиоисточник Arc) и газопылевой тороид в ядре Галактики.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ХИ-КВАДРАТ ДЛЯ АНАЛИЗА СТЕГОСИСТЕМ С АУДИОДААННЫМИ

И.Л. Чваркова

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.С. Садов*

Белорусский государственный университет

В настоящее время доминирующую роль среди средств контроля и разграничения доступа к информации играет шифрование или кодирование сообщений с использованием методов криптографии, которые, как правило, изменяют ее первоначальное представление и делают невозможным ее чтение, если неизвестен ключ или алгоритм кодирования. Однако во многих странах мира существует запрет на использование криптографических алгоритмов, что вынуждает искать другие пути защиты информации. Методы стеганографии позволяют передавать конфиденциальную информацию таким образом, что скрывается сам факт передачи. Цифровая стеганография – наука о незаметном и устойчивом к атакам скрытии одних данных в других. Одним из популярных методов внедрения информации является метод замены младших значащих битов, основывающийся на неспособности человека визуально заметить изменение в одном бите. Этот метод используют популярные в настоящее время программы S-Tools, EzStego, Jsteg. Младший значащий бит (LSB) несет в себе меньше всего информации. Как правило, встраивание сообщения происходит не во все младшие биты аудио-контейнера, а только в выбранные по определенному ключу, известному только законному пользователю, что обеспечивает секретность встраивания информации. Правильный выбор ключа повышает устойчивость стегосистемы к всевозможным атакам нарушителей.

Перспективным методом обнаружения скрытого сообщения в статических изображениях является проверка статистики Хи-квадрат [1]. Целью исследований была проверка применимости критерия Хи-квадрат для аудио-контейнеров. Аудио-файлы были разбиты на классы: обычная музыка (эстрадные песни, простые музыкальные фрагменты), электронная музыка, речь (стихи, стихи с небольшими фрагментами музыки). В каждом классе для каждого аудио-файла синтезирован соответствующий аудио-файл со скрытым сообщением (стего) методом замены младшего значащего бита. Критерий Хи-квадрат основывается на предположении о равных вероятностях появления соседних уровней громкости отсчетов в стего-файле, то есть при стегокодировании вероятности появления соседних уровней громкости отсчетов усредняются. Для каждого блока аудио-файла, составляющего один процент от его размера, получены значения статистики Хи-квадрат и по ним вычислены вероятности нахождения стего. В докладе представлены графические зависимости вероятности нахождения скрытого сообщения для заполненных и незаполненных контейнеров различных классов аудио-файлов. Выявлены граничные условия и приведена оценка применимости данного критерия для анализа аудиоданных. Сделан вывод о том, что критерий Хи-квадрат позволяет в лучшей степени выявить факт наличия скрытого сообщения при использовании в качестве контейнера аудио-файлов, особенностью которых является неплотный звук с большим количеством пауз, например, речевой файл. Для этого класса аудио-файлов вероятность нахождения стего в заполненной части контейнера равнялась единице, а в незаполненной части была равна нулю. В меньшей степени использование критерия Хи-квадрат позволяет обнаруживать скрытую информацию в случае аудио-контейнеров в виде плотной, богатой различными значениями уровней громкости музыки, например, классической и электронной, а также, если скрываемое сообщение рассредоточено по контейнеру небольшими “порциями” по псевдослучайному закону. В этом случае, вероятность нахождения скрываемого сообщения для заполненной части контейнера была строго равна единице, а для незаполненной части - изменялась от нуля до единицы, что затрудняет объективную оценку обнаружения стего.

Литература

1. Грибунин В.Г., Оков И.Н., Туринцев И.В. Цифровая стеганография – М.:СОЛОН-Пресс,2002.-272с. (Серия ‘Аспекты защиты’)

ОПТИМАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ИНТЕГРАЛОВ ПЕРЕКРЫВАНИЯ В СИСТЕМЕ «MAPLE»

А.В. Шадурский

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор *А.А. Корниенко*
Витебский государственный университет им. П.Машерова

Применение системы компьютерной алгебры «MAPLE» для компьютерного моделирования физических свойств микросистем и расчета физических свойств удобно по нескольким причинам:

- а) вычисления можно выполнять в аналитическом виде,
- б) простой язык программирования,
- в) удобная форма представления формул.

Эти преимущества системы «MAPLE» позволяют быстро и с минимальным количеством ошибок программировать многие важные физические задачи. Именно по этой причине система «MAPLE» пользуется популярностью в студенческой и научной среде.

Однако, расчеты многоатомных и многоэлектронных систем затруднены, так как в аналитическом виде эти задачи не имеют решения, а расчеты в численном виде в системе «MAPLE» выполняются на несколько порядков медленнее, чем, например, на языке «FORTRAN». В связи с этим в данной работе в системе «MAPLE» выполнен детальный анализ применимости различных методов численного интегрирования для расчета простейших двухцентровых интегралов – интегралов перекрывания.

При моделировании многоатомной системы в качестве базисных удобно использовать функции изолированных атомов или ионов. Волновые функции многоэлектронных атомов получают при решении уравнений Хартри–Фока и записывают в виде орбиталей Слэтеровского типа

$$\Phi_{nlm} = \left[\frac{(2\zeta)^{2n_S+1}}{(2n_S)!} \right]^{1/2} r^{n_S-1} \exp(-\zeta r) Y_{lm}(\theta, \phi).$$

Расчеты двухцентровых интегралов на орбиталях Слэтеровского типа долгое время были уникальными из-за большого объема вычислительного труда. Для сокращения вычислительных затрат часто орбитали Слэтеровского типа аппроксимировали орбиталями Гауссовского типа

$$\chi_{n_G l m} = \left(\frac{(2/\pi)^{1/2} 2^{2n_G+1}}{(2n_G-1)!!} \right)^{1/2} r^{n_G-1} Y(\theta, \phi) \sum_{k=1}^N d_k \alpha_k^{(2n_G+1)/4} \exp(-\alpha_k r^2),$$

на которых расчетные формулы были менее громоздкими.

В данной работе в системе «MAPLE» составлены программы для расчета интегралов перекрывания на орбиталях Слэтеровского типа, программы аппроксимации орбиталей Слэтеровского типа небольшим количеством орбиталей Гауссовского типа ($N = 6 \div 10$), программы расчета интегралов перекрывания на орбиталях Гауссовского типа. Сделан вывод о наиболее рациональном методе расчета.

ФУНКЦИИ ГРИНА И НЕСТАНДАРТНЫЕ ЗАДАЧИ О РАССЕЯНИИ

К.П. Шиляева

Научный руководитель – к.ф.-м. н., доцент *В.Н. Капшай*
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

Стационарное дифференциальное уравнение Шредингера в случае положительных энергий можно свести к интегральному, в котором ядром будет служить функция, называемая функцией Грина (ФГ). Явный вид ФГ находится методом Фурье-преобразований. Вычисление с помощью методов ТФКП, в частности применение леммы Жордана, дает четыре разные

функции Грина, имеющие вид: $G_{1,2}(x) = \mp i \exp(\pm ik|x|)/2k$, $G_{3,4}(x) = \pm i\theta(\mp x)(\exp(ikx) - \exp(-ikx))/2k$. Однако обычно в таких задачах рассматривают ФГ, соответствующую на бесконечности расходящейся волне, т. е. $G_1(x)$ [1]. Целью данной работы является формулировка задач, которым соответствуют все эти функции и определение связей между этими задачами.

Интегральная задача, которой соответствует некоторая функция Грина, имеет вид

$$\psi(x) = \phi(x) + \int G(x-y)V(y)\psi(y)dy, \quad (1)$$

где внеинтегральное слагаемое ϕ может быть выбрано в следующих формах: $\phi_{1,2}(x) = \exp(\pm ikx)$ и $\phi_{3,4}(x) = \exp(ikx) \pm \exp(-ikx)$.

Асимптотическое поведение решения уравнения (1) при $G(x) = G_1(x)$ и $\phi(x) = \phi_1(x)$ соответствует физическому случаю прохождения частицы через потенциальный барьер, когда волна единичной амплитуды падает слева. Такую задачу будем называть стандартной левой задачей. ФГ $G_2(x)$ с тем же $\phi_1(x)$ можно сопоставить задачу о прохождении двух частиц, падающих с противоположных сторон на потенциальный барьер, причем рассеянная волна (единичной амплитуды) «уходит» только вправо. Такую задачу будем называть нестандартной правой задачей. Однако необходимо также рассмотреть и случаи, когда $\phi(x) = \phi_2(x)$ и $\phi(x) = \phi_{3,4}(x)$. В этих случаях получаем еще по три разные задачи для каждой функции Грина. Для ФГ $G_1(x)$ и $\phi_2(x)$ получим случай прохождения частицы через потенциальный барьер, когда она падает справа. Такую задачу будем называть стандартной правой задачей. В случае $\phi(x) = \phi_3(x)$ получаем симметричную задачу, когда на потенциал падают волны с единичными коэффициентами, а расходятся волны с одинаковыми [2]. Если внеинтегральное слагаемое представлено разностью экспонент ($\phi(x) = \phi_4(x)$) то получим антисимметричные задачи для обеих ФГ. Функции Грина $G_2(x)$ и $\phi_2(x)$ соответствует прохождению частиц, падающих с противоположных сторон, через потенциальный барьер, причем волна единичной амплитуды уходит влево. Такую задачу будем называть нестандартной левой задачей. Для $\phi(x) = \phi_3(x)$ получаем симметричную задачу, когда в обе стороны расходятся волны с единичными коэффициентами, а падают волны с одинаковыми. Рассмотрим еще две другие функции Грина - $G_3(x)$ и $G_4(x)$. Для $G_3(x)$ и $\phi_1(x)$ имеем задачу о прохождении частицы через потенциальный барьер, когда волна с амплитудой, не равной единице падает слева, а вправо уходит единичная волна. Когда $\phi(x) = \phi_2(x)$ получаем задачу о прохождении двух частиц, падающих с противоположных сторон, когда слева падает волна с амплитудой, не равной единице. Случай $G_4(x)$ и $\phi_2(x)$ соответствует задаче о прохождении частицы через потенциальный барьер, неединичная волна падает справа, а случай $\phi_1(x)$ – прохождению двух частиц через барьер, когда справа падает неединичная волна. В случае $G_{3,4}(x)$ и $\phi_{3,4}(x)$ по обе стороны барьера присутствуют волны, распространяющиеся и в положительном и в отрицательном направлении, однако волновые функции не являются ни симметричными, ни антисимметричными.

Между всеми этими задачами существуют связи, которые можно определить, проанализировав вид волновых функций. Очевидно, что при замене x на $-x$ левая стандартная задача переходит в правую (с $V(-x)$) и наоборот. Значит можно установить связь между коэффициентами прохождения и отражения для этих задач. Точно такие же соотношения имеют место и для нестандартных задач. Стандартные задачи переходят в нестандартные (и наоборот) при действии на волновые функции оператора комплексного сопряжения. То же самое можно сказать и про коэффициенты прохождения и отражения для этих задач. Для задач, соответствующих функциям Грина $G_{3,4}(x)$ получаем похожую связь. Также можно получить связь между задачами, соответствующими функциям $G_{3,4}(x)$ и задачам, соответствующими функциям $G_{1,2}(x)$. Все соотношения, полученные в общем виде, проверены нами в частных случаях для некоторых потенциалов (δ -потенциал, двойной δ -потенциал, прямоугольный и потенциал вида $u/\text{ch}^2(ax)$).

Литература

1. Тейлор Дж. Теория рассеяния. - М.: Мир, 1975.
2. Липкин Г. Квантовая механика. - М.: Мир, 1977.

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАЦИИ НА ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТРИГЛИЦИНСУЛЬФАТА

Т.А. Ярошенко

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент *В.И. Януть*

Белорусский государственный педагогический университет им. М.Танка

Модификация кристаллов триглицинсульфата (TGS) в процессе выращивания производится с целью направленного создания в этих кристаллах набора необходимых сегнетоэлектрических свойств. Проведённые ранее исследования [1] показали, что из всех известных модификаторов наиболее эффективным является L-аланин (кристаллы ATGS), молекулы которого оказывают стабилизирующее влияние на переключаемые части молекул глицина, создавая тем самым значительные внутренние поля смещения [2]. Механизм влияния групп – модификаторов сульфатной группы в TGS до конца не выяснен.

Целью настоящей работы является изучение основных сегнетоэлектрических свойств кристаллов TGSPF и ATGSPF с частично замещённой сульфатной группой в TGS и ATGS на PO_3F и влияния на эти свойства степени замещения (x) и условий выращивания. Кристаллы выращивались методом циркуляции раствора при постоянных параметрах кристаллизации и гидродинамических условиях. Изучение основных диэлектрических и поляризационных свойств проводилось по петлям диэлектрического гистерезиса. Процессы импульсной переполаризации изучались на установке, описанной в работе [3].

Исследования показали, что низкочастотная диэлектрическая проницаемость кристаллов TGSPF и ATGSPF в значительной степени определяется содержанием x в растворах и температурой выращивания. При небольших значениях x температурные зависимости диэлектрической проницаемости характеризуются наличием острого максимума. При увеличении x эти максимумы размываются. Исследуемые кристаллы, в отличие от TGS, имеют одну область нелинейности диэлектрической проницаемости. Значения полей начала переключения в синусоидальном поле возрастают по мере увеличения x в растворах и уменьшения температуры роста, что в большей степени выражено для кристаллов ATGSPF. Исследуемые кристаллы характеризуются большими значениями коэрцитивных полей, которые в значительной степени определяются содержанием модификатора в растворе. Внутренние поля смещения существенно зависят от температуры роста. Так, для кристаллов, выращенных в параэлектрической фазе, наблюдается уменьшение, а у выращенных в сегнетоэлектрической фазе – увеличение полей смещения при возрастании степени замещённости сульфатной группы.

Изучение процессов импульсной переполаризации показало асимметрию импульсов тока переключения при подаче на образцы кристаллов биполярных импульсов электрического поля. Это свидетельствует о динамической униполярности кристаллов TGSPF и ATGSPF.

Полученные результаты исследований свидетельствуют о существенном влиянии групп-модификаторов как на макроскопические, так и на микроскопические свойства кристаллов.

Литература

1. Цедрик М.С. Физические свойства кристаллов семейства триглицинсульфата. – Мн.: Наука и техника, 1986. 216 с.
2. Галстян Г.Т., Рез И.С., Рейзер М.Ю. О природе примесной униполярности кристаллов триглицинсульфата // ФТТ.– 1982. – Т. 24.- вып.7. – С.2186 – 2190.
3. Цедрик М.С., Заборовский Г.А., Януть В.И. Импульсная переполаризация высоколегированных кристаллов LATGS // Сегнетоэлектрики и пьезоэлектрики / Калининский ун-т. Калинин, 1989 . С. 21 – 27.

ИМИТАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Т.А. Ярошенко

Научный руководитель – к.п.н, доцент *А.А. Луцевич*

Белорусский государственный педагогический университет им. М.Танка

Конструктивное решение проблемы подготовки учителя, способного обеспечить все потенциально возможные направления реформирования системы народного образования в нашей стране, может быть осуществлено в рамках концепции знаково-контекстного обучения, которая в теоретической форме задает систему возможных переходов от чисто учебной к квазипрофессиональной, а затем и к реальной профессиональной деятельности. Одним из методов интенсивного формирования предстоящей деятельности на квазипрофессиональном уровне являются учебные деловые игры основная цель которых заключается в развитии способностей будущего специалиста к постановке и решению субъективно новых для него задач.

Объектом разработанной нами учебной деловой игры "Задача" является имитация деятельности учителя физики, адекватной профессиональной предметной задаче "Теоретическое исследование физической системы и объяснение процессов, происходящих в ней", а ее предметом — имитация деятельности учителя физики по разработке, описанию и оценке процедур анализа и поиска решения физической задачи.

По характеру игрового процесса учебная деловая игра "Задача" относится к играм с взаимодействием. В процессе игры отрабатывается механизм взаимодействия ее участников для достижения единой цели, овладения деятельностью, адекватной названной выше профессиональной предметной задаче, на квазипрофессиональном уровне.

В основу конструирования учебной деловой игры "Задача" нами положен модульный принцип. В игре использованы следующие модули: диагностика, формирование игровых групп и распределение ролей, инструктаж, постановка задачи, решение задачи, документирование, экспертиза, рефлексия, исследование и аттестация. В каждом из 10 игровых модулей реализуется элементарная игровая ситуация, основанная на входной информации. По определенным правилам, предусмотренным в игре, участники игры преобразуют ее в выходную информацию, которая в свою очередь является входной информацией для следующего модуля.

Учебная деловая игра "Задача" позволяет за сравнительно небольшое время систематизировать и закрепить знания о структуре и основных этапах решения физической задачи; сформировать у студентов-физиков процедуры и технологию деятельности по решению таких профессиональных задач учителя физики, как: определение и качественное или количественное описание состояния физической системы; переход от одного способа описания состояния физической системы к другому; уточнение и построение моделей физических объектов, входящих в физическую систему; теоретическое исследование физической системы и объяснение процессов, происходящих в ней.

В докладе более подробно будут раскрыты функции каждого модуля и структурно-содержательные аспекты деятельности участников игры на каждом из ее этапов и проанализированы результаты ее использования деловой игры как одной из форм моделирующей технологии обучения решению задач, в учебном процессе.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

| | | | | | | | |
|--------------------------|---------|--------------------------|---------|----------------------------|-------------|-------------------------|---------|
| <i>Guicking L.</i> | 179 | <i>Дубинин С.В.</i> | 180 | <i>Лещевич Т.В.</i> | 140 | <i>Семёнов А.С.</i> | 22 |
| <i>Андрукевич А.П.</i> | 5,6 | <i>Евтюхин А.К.</i> | 181 | <i>Лизунов И.А.</i> | 60 | <i>Сенюта М.В.</i> | 83 |
| <i>Арабей В.А.</i> | 109 | <i>Екельчик А.И.</i> | 145 | <i>Листопад Т.Л.</i> | 163 | <i>Серченя Т.И.</i> | 123 |
| <i>Ахрамейко А.А.</i> | 157 | <i>Ерашов В.С.</i> | 23 | <i>Лукашик Е.В.</i> | 58,59 | <i>Сидоров С.А.</i> | 31 |
| <i>Ашихмин С.В.</i> | 166 | <i>Ермакова О.А.</i> | 89 | <i>Мазурова Е.Г.</i> | 152 | <i>Скрага М.В.</i> | 125 |
| <i>Бакановский А.М.</i> | 19 | <i>Жарский С.Е.</i> | 168,169 | <i>Макаревич В.В.</i> | 18 | <i>Скуматов Д.С.</i> | 25 |
| <i>Бакун А.С.</i> | 92 | <i>Жданович С.А.</i> | 64 | <i>Макарова Е.В.</i> | 193 | <i>Словеснов А.С.</i> | 65 |
| <i>Балаш А.И.</i> | 46 | <i>Жерко О.А.</i> | 20 | <i>Макоско Ю.В.</i> | 29 | <i>Смирнов А.В.</i> | 86 |
| <i>Балашова О.В.</i> | 62 | <i>Жилина О.В.</i> | 162 | <i>Малнач А.В.</i> | 191 | <i>Смирнов В.М.</i> | 35 |
| <i>Барайщук С.М.</i> | 167 | <i>Жуковская Н.Ф.</i> | 135 | <i>Манько А.С.</i> | 75 | <i>Смирнов С.Б.</i> | 178 |
| <i>Баранников Н.А.</i> | 45 | <i>Журович В.В.</i> | 182 | <i>Марченко А.А.</i> | 22 | <i>Смирнова С.М.</i> | 199 |
| <i>Батаева А.Е.</i> | 159 | <i>Заборовский А.М.</i> | 43,44 | <i>Матушенко Ю.И.</i> | 168,169 | <i>Смольна Н.М.</i> | 131 |
| <i>Беганский С.О.</i> | 118 | <i>Замара С.М.</i> | 34 | <i>Мацулевич О.В.</i> | 73 | <i>Сорока А.А.</i> | 86 |
| <i>Безрученок А.Г.</i> | 128 | <i>Захожий Е.В.</i> | 36 | <i>Метлова Ю.Ф.</i> | 47 | <i>Сосновская В.А.</i> | 117 |
| <i>Белов Б.Е.</i> | 168 | <i>Здитовецкая С.В.</i> | 41 | <i>Минченя В.В.</i> | 83 | <i>Сосновский С.Л.</i> | 78 |
| <i>Березовик Н.В.</i> | 138 | <i>Зинчук О.В.</i> | 183 | <i>Минько М.В.</i> | 111 | <i>Стасевич А.В.</i> | 172 |
| <i>Бескровный А.В.</i> | 10 | <i>Золотовская С.А.</i> | 103 | <i>Митрофанов В.Ю.</i> | 121 | <i>Степаненко Д.А.</i> | 66,69 |
| <i>Бинцаровский П.Т.</i> | 147 | <i>Золотой А.А.</i> | 15,16 | <i>Моисеенко Ю.А.</i> | 74 | <i>Степанкова О.А.</i> | 79 |
| <i>Богата А.В.</i> | 108 | <i>Иванов А.В.</i> | 184 | <i>Мойсей Е.В.</i> | 39 | <i>Стельцов Д.В.</i> | 22 |
| <i>Бондарчук Н.М.</i> | 168,169 | <i>Иванов В.С.</i> | 185 | <i>Мойсейченко И.Н.</i> | 58 | <i>Суденкова Н.В.</i> | 117 |
| <i>Борисевич С.А.</i> | 170 | <i>Игнатьева И.Л.</i> | 136 | <i>Молочко О.С.</i> | 84 | <i>Сушко Д.А.</i> | 22 |
| <i>Братенкова Т.М.</i> | 132 | <i>Иллюкович Е.И.</i> | 49 | <i>Морозов С.Г.</i> | 49 | <i>Сыч Д.И.</i> | 143 |
| <i>Булапов А.В.</i> | 57 | <i>Исаев А.В.</i> | 99,101 | <i>Мурашко С.М.</i> | 192 | <i>Сычева Е.А.</i> | 172 |
| <i>Валенчиц И.В.</i> | 101 | <i>Казлоу А.С.</i> | 137 | <i>Мясникова О.В.</i> | 122 | <i>Терентьева Е.Г.</i> | 67 |
| <i>Ванецкий Н.А.</i> | 171 | <i>Калистратова М.Г.</i> | 50 | <i>Назибина А.А.</i> | 158 | <i>Тиванов М.С.</i> | 178 |
| <i>Варивода Д.В.</i> | 85 | <i>Карлов А.А.</i> | 185 | <i>Назаров П.В.</i> | 193,196 | <i>Тиханович Д.В.</i> | 21 |
| <i>Василевский Ю.Л.</i> | 12,14 | <i>Кирспу А.Ю.</i> | 27 | <i>Неумержицкая Е.Ю.</i> | 194 | <i>Тихоненко С.Г.</i> | 200 |
| <i>Венедиктов А.Е.</i> | 133 | <i>Кисель В.Э.</i> | 97,107 | <i>Никонович Н.Г.</i> | 164 | <i>Тишкова Е.Н.</i> | 33 |
| <i>Верёвка О.А.</i> | 72,73 | <i>Клихновский В.В.</i> | 89 | <i>Одинцов Д.А.</i> | 21 | <i>Третьякова Е.С.</i> | 127 |
| <i>Вертинская В.С.</i> | 110 | <i>Ковалев В.В.</i> | 76,77 | <i>Олешкевич Ю.А.</i> | 68 | <i>Трофимович Е.Г.</i> | 56 |
| <i>Власенко Т.И.</i> | 148 | <i>Ковалевич Е.А.</i> | 186 | <i>Осадник М.В.</i> | 93 | <i>Трошин А.Е.</i> | 97,107 |
| <i>Водолазкина Н.В.</i> | 172 | <i>Козакова О.Н.</i> | 187 | <i>Павич Т.П.</i> | 69 | <i>Трунина Н.В.</i> | 142 |
| <i>Войтенко Е.В.</i> | 173 | <i>Козленкова О.В.</i> | 119 | <i>Павленко Д.А.</i> | 195 | <i>Трушников А.Л.</i> | 30 |
| <i>Войткевич Е.В.</i> | 21 | <i>Козлов А.В.</i> | 9 | <i>Панько О.И.</i> | 105 | <i>Тугбаева Ф.В.</i> | 110 |
| <i>Волк Ю.В.</i> | 100 | <i>Козловская О.И.</i> | 138 | <i>Пархимович А.Л.</i> | 198 | <i>Туренкова А.В.</i> | 11 |
| <i>Володкевич В.В.</i> | 55 | <i>Коломенкина Д.В.</i> | 120 | <i>Пиловец А.А.</i> | 160 | <i>Тышко В.А.</i> | 130 |
| <i>Володкевич Д.О.</i> | 40 | <i>Комлева Н.В.</i> | 75 | <i>Пилтько С.В.</i> | 90 | <i>Тяловский К.Л.</i> | 91 |
| <i>Волосатова Д.В.</i> | 156 | <i>Конончик А.А.</i> | 24 | <i>Подрезов Д.Н.</i> | 153 | <i>Фарафонтова Е.В.</i> | 195 |
| <i>Воронкович А.Н.</i> | 124 | <i>Контарева О.А.</i> | 188 | <i>Поклонов А.С.</i> | 39 | <i>Хандогин А.В.</i> | 94 |
| <i>Врублевский А.И.</i> | 37 | <i>Кормильчик В.В.</i> | 87 | <i>Полякова Т.С.</i> | 37,39 | <i>Хиревич С.И.</i> | 201 |
| <i>Гайдукевич И.В.</i> | 157 | <i>Королев Д.Г.</i> | 150 | <i>Пономаренко Е.Г.</i> | 4 | <i>Холупов А.Г.</i> | 23 |
| <i>Галай Е.В.</i> | 149 | <i>Косоковская П.В.</i> | 131 | <i>Поплавский А.Л.</i> | 202 | <i>Хохряков А.Г.</i> | 23 |
| <i>Галузо Ю.С.</i> | 38 | <i>Костиюкевич Н.Л.</i> | 189 | <i>Поплетеев А.М.</i> | 196 | <i>Цимбалюк Е.В.</i> | 50 |
| <i>Галябович А.Н.</i> | 109 | <i>Коховец Н.К.</i> | 48 | <i>Потейчук Н.Н.</i> | 115 | <i>Чваркова И.Л.</i> | 203 |
| <i>Гапанюк Д.В.</i> | 174 | <i>Кравченко Н.Н.</i> | 175 | <i>Проскурнина С.В.</i> | 101 | <i>Чекан С.А.</i> | 23 |
| <i>Гаранин Р.И.</i> | 175 | <i>Крайко С.Ю.</i> | 21 | <i>Прохоров С.В.</i> | 185 | <i>Чигирь С.В.</i> | 183 |
| <i>Герасюто С.Л.</i> | 82 | <i>Красовский А.Э.</i> | 28 | <i>Прохорчик О.К.</i> | 112 | <i>Чикизов Д.П.</i> | 124 |
| <i>Германчук О.В.</i> | 134 | <i>Кротова О.А.</i> | 80 | <i>Процко О.В.</i> | 158 | <i>Чистов А.Ю.</i> | 86 |
| <i>Гимпель В.Г.</i> | 176 | <i>Кругликова А.И.</i> | 151 | <i>Пузыревская А.А.</i> | 141 | <i>Шабуневич Н.А.</i> | 81 |
| <i>Глевицкая Ю.В.</i> | 177 | <i>Крук А.М.</i> | 113 | <i>Радченко Е.В.</i> | 42 | <i>Шадурский А.В.</i> | 204 |
| <i>Гончарова А.А.</i> | 34 | <i>Крумкач В.И.</i> | 104 | <i>Развин И.Ю.</i> | 102,109,197 | <i>Шевчик В.С.</i> | 51 |
| <i>Горош А.В.</i> | 26 | <i>Крутоголов Д.В.</i> | 106 | <i>Риморова Е.В.</i> | 166 | <i>Шевчик О.А.</i> | 116 |
| <i>Горяев С.Ю.</i> | 155 | <i>Кублицкий Д.В.</i> | 24 | <i>Рождественский А.В.</i> | 7 | <i>Шейпо О.В.</i> | 124 |
| <i>Градович В.М.</i> | 178 | <i>Кузнецова Т.В.</i> | 145 | <i>Рожков А.В.</i> | 17,32 | <i>Шилленко Е.Г.</i> | 54 |
| <i>Градович С.П.</i> | 178 | <i>Кузьмина О.А.</i> | 93 | <i>Розанов Ю.А.</i> | 70,71,73 | <i>Шиляева К.П.</i> | 204 |
| <i>Гриб Н.Г.</i> | 146 | <i>Куница В.А.</i> | 190 | <i>Ростовцев П.С.</i> | 114 | <i>Шкода А.Н.</i> | 33 |
| <i>Густинович Т.В.</i> | 52,53 | <i>Лавринович А.М.</i> | 88 | <i>Рудак И.К.</i> | 144 | <i>Шуляк Г.Г.</i> | 95 |
| <i>Давыдов М.В.</i> | 76,77 | <i>Лапчук С.С.</i> | 129 | <i>Рудченко Ю.А.</i> | 10,11 | <i>Язепова М.Л.</i> | 63 |
| <i>Дедкова Е.И.</i> | 198 | <i>Ласовский Р.Н.</i> | 190 | <i>Саммур Ваиль Махмуд</i> | 8 | <i>Яковлева А.В.</i> | 154 |
| <i>Демидчик А.В.</i> | 179 | <i>Лашевская О.В.</i> | 139 | <i>Сарака В.В.</i> | 198 | <i>Якубович Д.С.</i> | 126 |
| <i>Дерюгина Е.А.</i> | 5,6 | <i>Ленкевич О.А.</i> | 82 | <i>Свиштуленко А.В.</i> | 13 | <i>Ярошенко Т.А.</i> | 206,207 |
| <i>Довгач А.В.</i> | 161 | <i>Леонова Т.В.</i> | 198 | <i>Свистун А.И.</i> | 91,92 | <i>Ясюк Е.В.</i> | 102,197 |
| <i>Домасевич В.В.</i> | 90 | <i>Лешуков Д.Б.</i> | 191 | <i>Селиванов А.Г.</i> | 98 | | |

Научное издание

«НИРС–2003»

VIII Республиканская научно-техническая конференция
студентов и аспирантов

9 – 10 декабря 2003 г.
г. Минск

Тезисы докладов

В 7-ми частях

Часть 2

ЭНЕРГЕТИКА. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. ФИЗИКА

Ответственный за выпуск А.В. Матюшко
Компьютерная верстка Л.Э. Ляшенко

Подписано в печать 03.11.2003.

Формат 60x84 1/8. Бумага типографская № 2.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 12,1. Уч.-изд. л. 9,4. Тираж 320. Заказ 758.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

Лицензия ЛВ №155 от 30.01.2003. 220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.