



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный  
технический университет**



**Приборостроительный  
факультет**

## **НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

**МАТЕРИАЛЫ**

**7-й Международной студенческой  
научно-технической конференции**



*Посвящается  
30-летию образования  
приборостроительного  
факультета  
Белорусского национального  
технического университета  
(БПИ – БГПА – БНТУ)*

**Минск  
БНТУ  
2014**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Приборостроительный факультет

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

МАТЕРИАЛЫ

7-й Международной студенческой  
научно-технической конференции

*23–25 апреля 2014 г.*

Минск  
БНТУ  
2014

УДК 681.2.002 (063)

ББК 34.9я431

Н74

**Редакционная коллегия:**

*О.К. Гусев* (председатель), *А.М. Маляревич* (зам. председателя),  
*Р.И. Воробей* (секретарь), *И.В. Бельский*, *В.Е. Васюк*, *Д.С. Доманевский*,  
*Ю.И. Енин*, *И.Е. Зуйков*, *М.Г. Киселёв*, *М.А. Князев*, *Н.В. Кулешов*,  
*Ю.М. Плескачевский*, *П.С. Серенков*, *К.В. Юмашев*

**Рецензенты:**

доктор технических наук *Н.И. Мухуров*,  
доктор технических наук *Л.М. Лыньков*

Издание включает материалы 7-й Международной студенческой научно-технической конференции «Новые направления развития приборостроения» по направлениям: информационно-измерительная техника и технологии; конструирование и производство приборов; микро- и нанотехника; оптоэлектроника, лазерная техника и технология; стандартизация, метрология и информационные системы; прикладные задачи приборостроения; экономика и управление производством в области приборостроения.

**ISBN 978-985-550-470-3**

© Белорусский национальный  
технический университет, 2014

## **СЕКЦИЯ 1. ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ**

УДК 621.9.62.52

### **МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ**

Студент гр. ПБ-31м (магистр) Андреев А.А.  
Канд. техн. наук, доцент Шевченко В.В.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Для контроля обработки деталей приборов необходимо применять методы диагностического оценивания процессов исследования зарождения дефектов режущей кромки, накопления повреждений, развития явлений выкрашивания и достижения аварийных состояний по характеру изменения динамики сил резания.

В настоящее время, одним из таких точных способов контроля и диагностики состояния режущего инструмента и зоны резания является сочетание нескольких методов как, например, измерение виброакустического сигнала и ИК-излучения.

Метод виброакустической диагностики состояния режущего инструмента. В процессе резания источниками колебаний являются пластическая деформация, разрушение и трение. По мере роста износа увеличиваются силы резания, увеличивается нестабильность обработки, и плоскость контактирующих поверхностей приводит к росту амплитуды колебаний и росту их количества в единицу времени. Этим объясняется наличие корреляционной связи между параметрами колебаний и величиной износа. Таким образом, он имеет большие преимущества для диагностирования дефектов режущей кромки, что начинают развиваться задолго до возникновения аварийных ситуаций и практически сразу же начинают влиять на вибрацию и шум технологической системы.

Метод диагностики состояния режущего инструмента с помощью ИК-излучений основанный на измерении и анализе потока инфракрасного излучения из зоны резания. Он дает широкий спектр возможностей по предотвращению поломки режущего инструмента, тем самым предотвращает возможность брака деталей приборов.

Применение разработанной многопараметрической системы контроля процесса обработки деталей приборов, который основан на измерении виброакустического сигнала и ИК-излучения, позволяет значительно повысить точность, надежность и производительность обработки.

## **ПРОГРАММА ПОСТРОЕНИЯ ПИРАМИДЫ ИЗ N ЧИСЛА ТРУБ**

Студент гр. 113451 Батура А.М.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Кривицкий П.Г.

Белорусский национальный технический университет

Процесс создания такого типа программ по силам специалисту имеющему хотя бы самые общие представления о программировании на языке C++, что положительно сказывается на производстве.

Данная программа написана для графической иллюстрации пирамиды, полученной произвольным образом из n числа труб.

Интерфейс программы очень прост и удобен для использования. Он не вызовет никаких затруднений в использовании программы даже неопытным пользователем.

В момент запуска пользователем считываются настройки программы. Представление программы – консоль. При запуске .exe файла открывается консольное окно.

Затем пользователь может выбрать одно из предложенных действий: ввести количество труб с помощью клавиатуры; загрузить из текстового файла число, определяющее количество труб; построить пирамиду случайным образом, с помощью генерации чисел; просмотреть сведения об авторе, выйти из программы. Программа иллюстрирует вид пирамиды, полученной в результате выполнения одной из команд, предложенной пользователю на выбор. После графической иллюстрации окно очищается с помощью специально предназначенной кнопки “Очистить”.

Данная программа не теряет работоспособность ни при каких, даже некорректных, действиях пользователя. Всекие действия, грозящие потерей информации, выполняться не будут, из-за установленных в самой программе ограничений, которые позволяют вводить только корректные данные, что в свою очередь обеспечивает устойчивость программы.

В этой программе можно выполнить любую работу с файлами: чтение, запись, добавление и хранение. Эта программа удобна тем, что в любой момент можно открыть сохраненный файл с данными.

Данная программа может использоваться специалистами в области сортировки товаров, а также для решения некоторых задач логистики.

## МЕТОДЫ УМЕНЬШЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО - ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ (ТИИС)

Студент гр. ПН -02 (бакалавр) Безгачев С.Е.  
Ассистент Маркина О.Н.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В последнее время в технологически развитых странах значительное расширение получили компьютеризированные ТИИС, с помощью которых информация о структуре, состоянии и свойствах объектов разной природы, которые находятся в излучении, превращается в изображение и анализируется. Для использования ТИИС в микро-диапазоне необходима наибольшая точность измерения, к которой мы можем приблизиться с помощью методов оценки погрешностей.

Существует много методов оценки погрешности, из них три основные:

*Геометрический метод* является классическим. В его идею положено понятие элемента разложения изображения (ЭРИ), как части оптико-электронных приборов, в диапазоне которого двухмерная (пространственная) функция освещенности интегрируется. В таком подходе принимают, что погрешность измерения  $\delta$  не превышает значение линейного размера  $\Delta$  соответствующей координаты. Обычно принимают, что  $\delta = \Delta$ . Позволяет находить погрешности в диапазоне от 5 мкм до 10 мкм.

*Пространственно-частотный метод* заключается в анализе систем формирования и передачи изображения, что позволяет найти погрешность измерения через функцию передачи модуляции и некоторый пороговый контраст изображения, что является более строгой оценкой в сравнении с той, когда погрешность измерения находится размерами ЭРИ. Благодаря этому подходу мы получаем наиболее достоверные оценки погрешности измерения.

*Вероятностный метод* поясняет возможность уменьшения погрешности без изменения структуры и элементной базы оптико-электронной схемы ТИИС до значений, которые в несколько раз больше могут превышать значения, полученные в других подходах. Этот метод позволяет значительно уменьшить диапазон погрешности до 1 мкм.

С улучшением методов нахождения геометрической погрешности ТИИС мы можем достигнуть точности не только в микро-, но и в нано-диапазоне.

### Литература

1. Маркин М.О., Маркина О.Н. «Оценка погрешности измерения геометрических параметров, с помощью ТИИС», 2009 г.

## АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ КЛЮЧА ШИФРОВАНИЯ В SIM-КАРТЕ

Магистрант Волчанин С.В.

Канд. техн. наук, доцент Лихачевский Д.В.

Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники

Аутентификация (авторизация идентификатора абонента) позволяет избежать клонирования мобильного телефона абонента – абоненту назначается временный идентификационный номер пользователя IMSI, а так же индивидуальный 128-битный ключ авторизации  $K_i$ . Ключ  $K_i$  известен двум сторонам. В аутентификации используется SIM-карта и Центр Авторизации (Authentication Center AuC). AuC генерирует 128 битовое значение RAND и посылает мобильной станции (MS), в ответ получает 32-битное значение  $SRES=A_3(RAND, K_i)$ , которое сравнивает с вычисленным самостоятельно тем же алгоритмом  $A_3$ .

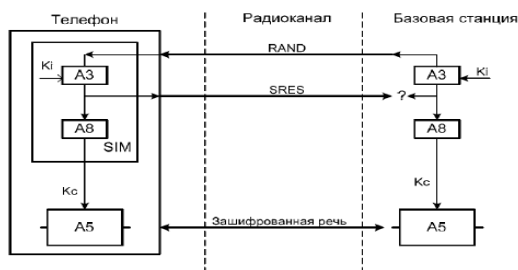


Рисунок 1 – Идентификация в стандарте GSM

Алгоритмом  $A_8$  на MS используя полученный RAND и имеющийся  $K_i$ , вычисляется сеансовый ключ  $K_c$ . Так же, он вычисляется и Центром Авторизации. После чего радиоканал считается шифрованным. Ключ  $K_c$  имеет длину 64 бит, образуется добавлением к 54 битам, полученным данным алгоритмом, десяти нулевых битов – это значение и является входом для алгоритма шифрования  $A_5$  разговора.

### Литература

1. Информационная безопасность и защита информации: справочник. В 3 т. / под ред. В.П. Мельников, С.А. Клейменов, А.М. Петраков. – М. : Академия, 2008. – Т. 3. – 336 с.

## **ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ НОТАРИАЛЬНОЙ КОНТОРЫ**

Студент гр. 113019 Вяленкова Е.М.

Ст. преп. Владимирова Т.Л.

Белорусский национальный технический университет

Интегрированная система охраны (ИСО) представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из связанных друг с другом информационно и функционально подсистем безопасности различного назначения, работающих по единому алгоритму и имеющих общие каналы связи, программное обеспечение, базы данных. Комплекс средств автоматизации ИСО включает в себя системообразующее ядро и программно-аппаратные средства, обеспечивающие его сопряжение с прикладными подсистемами.

Комплекс средств автоматизации ИСО должен обладать следующими свойствами: совместимостью, адаптивностью, надежностью, живучестью, помехоустойчивостью.

Системообразующее ядро обеспечивает интеграцию системы, контроль функционирования подсистем, централизованное хранение базы данных ИСО, ведение системных журналов.

Применение интегрированных систем охраны позволяет добиться высокой надежности работы всего комплекса, реализовать сложные алгоритмы взаимодействия оборудования, максимально исключить влияние человеческого фактора и эффективно использовать технические средства.

Система обеспечивает:

- Сбор, обработку, передачу, отображение и регистрацию извещений о состоянии шлейфов охранной сигнализации;
- Видеонаблюдение и видеоконтроль охраняемого объекта;
- Взаимодействие с инженерными системами здания;
- Модульную структуру, позволяющую оптимально оборудовать объект охраны;
- Защищенный протокол обмена по каналу связи между приборами.

Характерными особенностями охраняемого объекта, влияющими на структуру охраны объекта, являются небольшая площадь защищаемых помещений, большое количество защищаемых помещений и зон.

Система охранной сигнализации (СОС) – это совокупность совместно действующих технических средств для обнаружения проникновения (попытки проникновения) на охраняемый объект. Обеспечивает сбор, обработку, передачу и представление в заданном виде служебной информации о проникновении (попытке проникновения).



Охранная сигнализация объекта выполнена с подключением к пульту централизованного наблюдения (ПЦН). При появлении тревожных событий на охраняемом объекте, информация о них передается по каналам связи на пульт подразделения вневедомственной охраны для оперативного реагирования.

Охрана объекта строится по много рубежной схеме, когда создается несколько рубежей охранной сигнализации, в каждом из которых применяются технические средства, основанные на различных принципах действия.

Система охранной сигнализации состоит из приемных устройств (приборов), охранных извещателей, линий связи, светозвуковых устройств, источников и цепей питания.

*Система охранная телевизионная (СОТ)* — телевизионная система замкнутого типа, предназначенная для получения телевизионных изображений (со звуковым сопровождением или без него), служебной информации и извещений о тревоге с охраняемого объекта.

*Техническое средство СОТ* — конструктивно и функционально законченное (аппаратно-программное) устройство, входящее в состав системы.

Видеонаблюдение является одним из важнейших элементов структуры системы безопасности. Использование системы видеонаблюдения позволяет осуществлять визуальный контроль над обстановкой в помещениях и прилегающих территориях. При обеспечении безопасности объекта главной и основной задачей является сохранение материальных и иных ценностей на объекте.

Основные задачи, решаемые с помощью СОТ при охране объекта:

- общее наблюдение за обстановкой;
- обнаружение появившихся в поле зрения телекамер людей, автомашин, животных, предметов и т.п.;
- идентификация обнаруженных образов (объектов контроля).

Особенности СОТ:

- неограниченные возможности, конфигурирования и модернизации;
- высокая функциональность и настраиваемость;
- высокие характеристики скорости ввода видеoinформации и качества ее записи;
- неограниченное время хранения записи и глубина архива;
- быстрый доступ к архиву по различным критериям и приоритетам;
- возможность удаленного доступа к видеоизображениям и архивам;

В качестве базовой системы СОТ заложена аналоговая система с цветными ТК. Поэтому основополагающим фактором при выборе ПО для сервера СОТ здания нотариальной конторы является поддержка камер всех ведущих мировых производителей.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДСВЕТКИ ОРАНЖЕЙ

Студент гр. 113020 Грак Д. А.

Канд. техн. наук, доцент Кривицкий П.Г., ст. преп. Исаев А.В.  
Белорусский национальный технический университет

**Проблематика.** Данная работа направлена на рассмотрение и изучение различных видов и конструкций автономных систем освещения.

**Цель работы.** Разработка системы подсветки оранжерей на базе микроконтроллера.

**Объект исследования.** Назначение данной системы: система определяет освещенность в оранжерее в данный момент времени, и в случае недостаточного естественного освещения, включает искусственное. Через заранее определенный промежуток времени система повторно проверяет освещенность, и если освещения в оранжерее достаточно, система отключает освещение.

### **Использованная методика.**

Данная система должна работать в автоматическом режиме:

Система подсветки оранжерей автоматически осуществляет включение и выключение дополнительного освещения в установленном промежутке времени. Датчик освещенности предназначен для измерения освещенности. Измерение освещенности происходит каждые 10 секунд. Полученный результат поступает на микроконтроллер, где он сравнивается с заданной освещенностью. Если время поступления сведений попадает в промежуток времени работы системы, то включается дополнительное освещение. Время определяется с помощью часов реального времени, которые и передают данные о текущим времени в микроконтроллер. Для настройки времени в устройстве предусмотрены две кнопки. Также разработанное устройство имеет ЖК-дисплей, предназначенный для вывода часов и минут.

**Полученные научные результаты и выводы.** В данном проекте была разработана система. Состав которой: часы реального времени, датчик освещенности, ЖК-дисплей, способ обработки сигналов датчика – цифровой; МК – MCS51. Разработаны структурная, функциональная, принципиальная схема устройства, описан алгоритм работы всего устройства с точки зрения загрузки его в микропроцессорный блок, написана программа для вывода информации на ЖКИ-дисплей. Произведен выбор элементной базы для функционирования всего устройства.

**Практическое применение полученных результатов.** Система подсветки оранжерей на базе микроконтроллера используется для освещения производственных помещений больших объемов, оранжерей, теплиц, частных домов.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТРЕНАЖЕРА ПЛОВЦОВ

Студент Григорьев Д.А.

Ст. преп. Исаев А.В.

Белорусский национальный технический университет

Использование микроконтроллеров в информационных системах управления обеспечивает достижение исключительно высоких показателей эффективности при столь низкой стоимости (во многих применениях система может состоять только из одной БИС микроконтроллера), что микроконтроллерам, видимо, нет разумной альтернативной элементной базы для построения управляющих и регулирующих систем, и в будущем микроконтроллеры будут находить все большее применение.

В результате исследования была разработана информационная система тренажера пловцов на базе микроконтроллера. Разработанная схема позволяет управлять тренажером пловцов (включение/выключение, изменение нагрузки, измерение скорости и пройденного пути). Кроме этого система может работать в нескольких режимах, обеспечивающих улучшенные функциональные возможности. Функциональная схема представлена на рисунке 1.

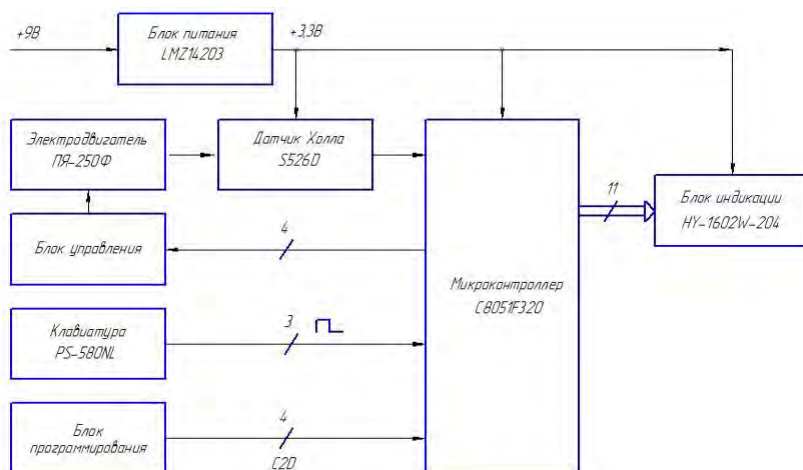


Рисунок 1 – Функциональная электрическая схема системы

## ПРИМЕНЕНИЕ ТИИС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Студентка группы ПН- 02 Гудзенко А.Ю.

Ассистент Маркина О.Н.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Сегодня стоит вопрос измерения шероховатости поверхности, так как она оказывает большое влияние как на надежность и долговечность машин, так и на стоимость изготовления деталей.

Существует ряд приборов для измерения параметров шероховатости такие как: профилографы, двойные микроскопы, Микроинтерферометры.

Предлагаем свой метод измерения шероховатости, с помощью телевизионной информационно – измерительной системы (ТИИС).

С помощью такой системы можно измерять геометрические размеры поверхности. Метод заключается в условном разделении поверхности на поля одинакового размера, измерении геометрических размеров этих полей, которые затем обеспечивают нахождения среднего значения размера всей измеряемой поверхности. Имея таблицы соответствия размера структуры поверхности и параметра шероховатости, определяем значение шероховатости, к которому относится данный размер. Принципиальная схема (ТИИС) для измерения шероховатости приведена ниже.

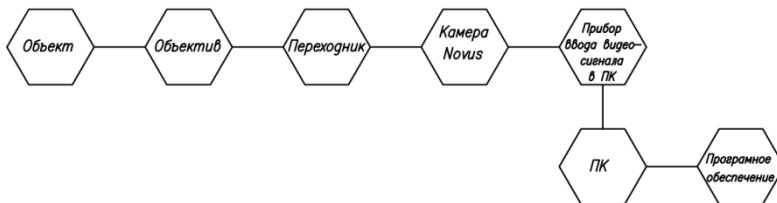


Рисунок 1 – Структурна схема ТИИС

Можем сделать вывод, что данная методика измерения шероховатости является более удобной и простой в применении.

### Литература

1. Маркина О.М. Визначення геометричних розмірів мікрооб'єктів за допомогою телевізійних вимірювальних систем / М.О. Маркін, Ю.А. Агінський //Вісник НТУУ "КПІ". Серія приладобудування, – 2013. – Вип. 46. – С. 64-70.

## **СИСТЕМА ОХРАНЫ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ С РАЗРАБОТКОЙ СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ**

Студент гр. 113019 Дашкевич К.Н

Ст. преп. Владимирова Т.Л.

Белорусский национальный технический университет

При обеспечении безопасности объекта главной и основной задачей для службы безопасности является сохранение материальных и иных ценностей на вверенном объекте.

Использование СОТ позволяет осуществлять визуальный контроль над обстановкой в помещениях и прилегающих территориях (СОТ), входящая в спектр телевизионных решений безопасности обеспечивает визуальный мониторинг, что сводит к минимуму число сотрудников охраны; является средством профилактики хищений и порчи имущества; осуществляет запись и хранение изображений, которые могут быть использованы при проведении расследований хищений, порчи имущества и т. п.; позволяет контролировать рабочий процесс.

Правильно спроектированная телевизионная система позволяет в реальном масштабе времени сиюминутно оценить обстановку в контролируемых зонах, снизить время реакции на нештатную ситуацию и обеспечить принятие наиболее целесообразных мер защиты и противодействия возникшим обстоятельствам.

Системы контроля и управления доступом (СКУД) представляют собой сегмент безопасности стоящий несколько особняком в ряду остальных средств и систем отрасли. Эффект максимально полной отдачи от СКУД может наступить только при вхождении СКУД в общую систему управления/контроля на предприятии.

В связи с тем, что СКУД функционирует в отличие от системы охраны в течение всех суток, при грамотном проектировании она может обеспечить решение ряда задач системы охраны. При практической реализации наиболее часто возникает проблема своевременного информирования службы охраны объекта о ситуациях связанных с несанкционированным доступом в зоны или помещения объекта. При этом сотрудник службы охраны должен четко представлять, где именно происходит несанкционированное действие и однозначно определять его вид («взлом двери», «доступ чужой картой» и т.д.).

Интеграция СКУД с СОТ помогает усовершенствовать контроль на предприятии, не ограничиваясь доступом сотрудников, а расширяя зону внимания на действия, попадающих на предприятие сторонних лиц.

## ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ

Магистрант Демидкин С.А.

Канд. техн. наук, доцент Трасковский В.В.,

канд. физ.-мат. наук, доцент Тараборкин Л.А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Эффективность очистки воды методом флотации зависит от целого ряда технологических факторов, однако наиболее весомым из них является размер пузырьков воздуха, с помощью которых собственно и осуществляется процесс очистки.

В данной работе представлена измерительная система, позволяющая проводить исследование влияния размеров (а именно: среднего радиуса) пузырьков воздуха, образующихся в процессе флотации, на величину эффекта разделения эмульсии. Для определения размеров пузырьков воздуха и капель эмульсии использовали ПЗС-видеосистему, а также оборудование и методики, описанные в предыдущей работе авторов [1]. Конструкция флотационной установки была модифицирована введением сменяемого аэратора в виде коаксиально размещаемой в аэротенке трубки диаметром  $4 \cdot 10^{-1}$  м, перфорированной капиллярными отверстиями соответственно  $4 \cdot 10^{-4}$ ,  $1 \cdot 10^{-3}$ ,  $5 \cdot 10^{-3}$  м. Такая изменяемая конструкция обусловила формирование потоков пузырьков воздуха размерами соответственно  $4 \cdot 10^{-4} \dots 2 \cdot 10^{-3}$  м,  $3 \cdot 10^{-3} \dots 4 \cdot 10^{-3}$  м и  $7 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-2}$  м. Расстояние аэратора от днища аэротенка составляло  $5 \cdot 10^{-2}$  м. Воздух в аэратор подавался под давлением 0.5 МПа.

При экспериментальной апробации описанной измерительной системы установлена численная зависимость величины эффекта разделения от среднего диаметра капель эмульсии при разных размерах пузырьков воздуха. В частности, эффективность очистки воды от гидрофобных загрязнителей (нефтепродуктов) при размерах пузырьков  $4 \cdot 10^{-4} \dots 2 \cdot 10^{-3}$  м несколько повышалась для малых размеров частиц загрязнителей (до  $1 \cdot 10^{-5}$  м) и несколько уменьшалась в случае пузырьков размером  $3 \cdot 10^{-3} \dots 4 \cdot 10^{-3}$  м. В случае пузырьков воздуха размером  $7 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-2}$  м эффективность очистки на тонкоэмульгированной фазе практически не отличалась от базовой, тогда как при размерах частиц загрязнителей, превышающих  $2 \cdot 10^{-5}$  м, заметно возрастала (до 10%).

### Литература

1. Трасковский В.В., Тараборкин Л.А. Особенности использования коалесцирующих фильтров в системах флотации // Водочистка. – М: Изддом «Панорама». – 2010. – № 10. – С.49–52.

## **ПОГРЕШНОСТИ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА ПРИ ВИБРАЦИИ ОСНОВАНИЯ**

Магистрант Демьяненко Т.В.

Канд. тех. наук, доцент Мироненко П.С.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Микромеханические акселерометры - перспективные приборы современной микросистемной техники. Область их применения чрезвычайно широка. Они используются в малогабаритных системах ориентации и навигации для судов и летательных аппаратов различного назначения, системах управления артиллерийскими снарядами и т.д. Эти приборы, как правило, работают в условиях существенных угловых и линейных возмущений. Поэтому исследование вибрационной погрешности таких акселерометров имеет важное значение.

Для описания и изучения возникающей погрешности в работе получена и проанализирована формула, определяющая постоянную составляющую погрешности микромеханического акселерометра при горизонтальном расположении оси чувствительности в условиях гармонической вибрации основания. Численное моделирование хорошо (до 5% ) согласуется с результатами экспериментов [1].

При разработке акселерометров имеются возможности вариации геометрии чувствительного элемента и упругих подвесов. Важно определить ключевые параметры, наиболее сильно влияющие на погрешность. Как показали исследования, постоянная составляющая вибрационной погрешности существенным образом зависит от двух параметров: угловой жесткости подвеса в направлении, перпендикулярном оси чувствительности прибора, и от смещения центра масс чувствительного элемента вдоль вертикальной оси. Поэтому особое внимание при разработке конструкции и изготовлению упругого подвеса следует обращать внимание именно на эти параметры.

Моделирование в среде Matlab показало также, что погрешность акселерометра при работе в режиме вибрационного воздействия можно существенно уменьшить, на основе рассчитанных требований к указанным конструктивным параметрам подвеса с учетом практических возможностей.

### **Литература**

1. Распопов, В.Я. Влияние трехкомпонентной вибрации на осевой микромеханический акселерометр / В.Я. Распопов, В.В. Турчанинов, Ю.В. Иванов // Датчики и системы. –2009. – №8. – с. 63–65.

## УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Студент гр. 113311 Довгер Д.Ю.

Ст. преп. Владимирова Т.Л.,

канд. тех. наук, доцент Тявловский К.Л.

Белорусский национальный технический университет

Отличительными параметрами шаговых двигателей являются: высокая надежность, связанная с отсутствием щеток. Срок службы шагового двигателя фактически определяется сроком службы подшипников, возможность получения очень низких скоростей вращения для нагрузки, присоединенной непосредственно к валу двигателя без промежуточного редуктора, скорость пропорциональна частоте входных импульсов. Присутствуют так же и недостатки, одним из которых является сложная схема устройства управления шаговым двигателем.

Представленное устройство предназначено для управления шаговым двигателем. Имеет 2 режима управления: непрерывный и импульсный. Частота импульсов задания скорости перемещения и шаг перемещения устанавливается вручную. Внешний вид устройства приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид устройства управления ШД

Перед началом работы задается режим движения, направление движения, шаг перемещения и частоту скорости перемещения. После нажатия кнопки «Перемещ.» команды преобразуются в двоичный код и передаются через шину вывода (KODY) на устройство формирования шаговых последовательностей обмоток ШД, которое отвечает за коммутацию тока через обмотки двигателя. Перемещение будет продолжаться до тех пор, пока на входную шину (SOST) не придет сигнал об окончании передвижения на заданное число шагов (если задан импульсный режим) либо о достижении механизма концевого датчика (непрерывный и импульсный режимы).

Режим работы, направление и состояние (перемещение или остановка движения) отображаются с помощью светодиодных индикаторов.



## ЗОНДОВАЯ ЭЛЕКТРОМЕТРИЯ НА ОСНОВЕ ИОНИЗАЦИОННОГО МЕТОДА ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Аспирант Дубаневич А.В.

Д-р техн. наук, профессор Жарин А.Л.

Белорусский национальный технический университет

Пространственное разрешение традиционных методов, использующих конденсаторный принцип измерений, ограничено величинами порядка единиц мкм. С другой стороны методы, использующие АФМ подход, имеют разрешение порядка единиц нанометра и менее. То есть существующие зондовые методы визуализации потенциального рельефа прецизионных поверхностей не работоспособны в диапазоне трех порядков величин. Область применения зондовых методов визуализации потенциального рельефа прецизионных поверхностей может быть значительно расширена за счет использования новых принципов измерений. В частности, возможно использование зонда с активацией зазора заряженными ионами.

Ионизационный метод осуществляется посредством ионизации межэлектродного зазора (излучение от  $\alpha$ -источника) между зондом и исследуемой поверхностью. Измерения потенциала поверхности происходит за счет регистрации и анализа ионного тока, возникающего вследствие разности потенциалов между зондом и исследуемой поверхностью.

Было проведено линейное сканирование ионизационным зондом через границу раздела двух металлов – кремниевая пластина (100 мм, р-типа) с напыленным на одной половине тонким слоем алюминия (1мкм).

Как можно заметить, сигнал напряжения от ионизационного зонда изменяется при сканировании и резко изменяется на границе раздела Al/Si. В процессе выполнения проекта были проанализированы физические основы ионизационного метода электростатических измерений.

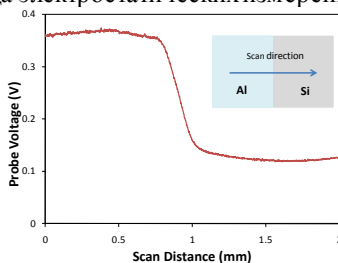


Рисунок 1 – Изменение выходного сигнала

Разработаны и изготовлены варианты измерительных зондов, позволяющие регистрировать пико амперные токи, разработаны и изготовлены варианты ионизаторов.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИОНИЗАЦИОННОГО МЕТОДА

Аспирант Дубаневич А.В.

Д-р техн. наук, профессор Жарин А.Л.

Белорусский национальный технический университет

В ионизационном зонде вследствие контактной разности потенциалов возникает электрический ток, обусловленный направленным движением ионов газа, создаваемых внешним ионным. Положительно и отрицательно заряженные ионы перемещаются к противоположно заряженным электродам зонда, обеспечивая регистрируемую разность потенциалов.

Ионный ток зависит от скорости генерации ионов и их подвижности. Плотность тока  $j$  через зазор единичной площади может быть рассчитан:

$$j = j^+ + j^- = |e|(N^+v^+ + N^-v^-) = |e|N(v^+ + v^-) \quad (1)$$

где  $v^+$  и  $v^-$  – скорости положительных и отрицательных ионов в электрическом поле;  $N$  – количество ионных пар в единичном объеме.

В равновесных условиях количество ионных пар в единичном объеме будет пропорционально скорости ионизации  $\dot{\eta}$  и коэффициенту рекомбинации  $\rho$ , а скорость ионов будет определяться электрическим полем  $E$ :

$$N = \rho\dot{\eta}, \quad v = kE \quad (2)$$

где  $k$  – подвижность ионов.

КРП, возникающая между электродами зонда, создает разность потенциалов, вследствие разности РВЭ материалов зонда и образца:

$$U_{CPD} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{|e|} = \frac{\Delta\varphi}{|e|} \quad (3)$$

где  $\varphi_2$  и  $\varphi_1$  работы РВЭ зонда и образца, соответственно.

Напряженность электрического поля можно записать как:

$$E = \frac{\Delta\varphi/|e|}{d} \quad (4)$$

где  $d$  зазор между зондом и образцом.

Объединяя описанные выражения, получим следующее выражение для плотности тока:

$$j = \frac{(k^+ + k^-)\rho\dot{\eta}\Delta\varphi A}{d} \quad (5)$$

Линейная зависимость между током и КРП говорит о том, что при прочих равных условиях КРП может быть определена по измерению ионного тока.

## АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ДРЕЙФЫ БИСО НА ОСНОВЕ ВЕКТОРНЫХ ФОРМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПОВОРОТА

Студент гр. ПГ-81м (магистрант) Евдокименко С.Н.

Канд. техн. наук, доцент Лазарев Ю. Ф.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Исследование проводилось с помощью компьютерного моделирования процесса преобразования информации в безплатформовой инерциальной системе ориентации.

Моделирование процесса обработки информации в бортовом процессоре осуществлялось путем численного интегрирования методами прогноз-коррекции (различных порядков) векторных уравнений ориентации ( векторное уравнение Эйлера, векторное уравнение Гиббса, кватернионное уравнения). Задачей предусмотрено изучить алгоритмические дрейфы погрешности определения угла  $\psi$  при условии, что углы  $\theta$  и  $\gamma$  изменяется по гармоническому закону:

$$\psi = \psi_m \sin(\omega_\psi t + \varepsilon_\psi) \quad \theta = \theta_m \sin(\omega_\theta t + \varepsilon_\theta) \quad \gamma = \gamma_m \sin(\omega_\gamma t + \varepsilon_\gamma)$$

с одинаковой частотой  $\omega = \omega_\psi = \omega_\theta = \omega_\gamma$ , сдвиг фаз между колебаниями углов  $\theta$  и  $\gamma$  равен  $90^\circ$ , угол  $\psi$  не изменяется и равный нулю [1]. При таком движении основы возникает дрейф погрешности определения угла  $\psi$ .

Исследовалась скорость дрейфа с угла  $\psi$ , обусловлена алгоритмическими погрешностями принятых методов интегрирования, и ее зависимость от: 1) сдвига фаз между колебаниями основы; 2) амплитуды и частоты колебаний основы; 3) шага интегрирования.

В результате проведенных исследований было установлено:

1. Зависимости алгоритмических дрейфов для уравнений в векторной форме Гиббса и Эйлера, имеют очень близкие значения.

2 . Максимальное значение алгоритмических дрейфов для 2-го, 3-го и 4-го порядков методов интегрирования при сдвиге фаз между колебаниями  $90^\circ$  и имеют синусоидальную зависимость.

3. Зависимости дрейфов для 2- го , 3- го и 4 - го порядков методов интегрирования, от изменения (выше указанных пунктов) имеют степенную зависимость.

### Литература

1. Лазарев, Ю.Ф. Разработка и моделирование алгоритмов безплатформовой системы ориентации. / Ю.Ф. Лазарев, Я.Г. Бобровицкая / Электронное учебное пособие. – Киев: НТУУ «КПИ», 2011. – 135 с.

## АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ УЛЬТРАЗВУКА

Студентка гр.ПК-01 Евстратенко И.Г.  
Канд. техн. наук, ст. преп. Галаган Р.М.

Национальный технический университет Украины «КПИ»

Точное измерение скорости распространения ультразвука в объектах контроля является важной задачей, поскольку позволяет определить их напряженное состояние. Однако стоит отметить, что сама скорость является расчетным параметром; реально же измеряется геометрический размер базы прозвучивания  $h$  и время  $t$  распространения ультразвукового сигнала вдоль этой базы [1]. Соответственно для повышения точности измерения скорости ультразвука необходимо повысить точность измерения времени  $t$ , предполагая, что измерение геометрического размера  $h$  выполняется с достаточной точностью.

На сегодняшний день существуют различные способы измерений времени распространения ультразвука, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки, а также характеризуется присущей ему граничной погрешностью. В результате проведенного анализа были выделены следующие подходы к измерению временных интервалов:

- методы, основанные на привязке к амплитудным характеристикам сигнала (метод привязки по фронту; метод пересечения нуля; метод следящего порога; метод центра тяжести);
- методы, основанные на привязке к фазовым характеристикам сигнала (измерение разности фаз в случае непрерывных сигналов; метод наклона фазы в случае импульсных сигналов);
- методы, основанные на визуальном наблюдении эхо-импульсов на экране осциллографа (наложение импульсов, перекрытие эхо-импульсов) [2];
- метод автоциркуляции импульсов;
- корреляционные методы.

Анализ точности методов измерения скорости ультразвука выполняется в программном пакете LabView с использованием графического интерфейса пользователя. Программа позволяет оценить погрешность каждого из методов при различных влияющих факторах.

### Литература

1. Цапенко В.К. Основы ультразвукового неруїнівного контролю: Підручник / В. К. Цапенко, Ю. В. Куц. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 448 с.
2. Балдев Р. Применение ультразвука / Р. Балдев, В. Раджендран, П. Паланичами – М.: «Техносфера», 2006. – 576 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМНОВОГО ШУМА КАМЕРЫ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Студент гр. ПН-82м Елисеев А.Н.

Канд. техн. наук, ст. преп. Маркин М.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Одной из причин возникновения шума на изображении телевизионной камеры является темновой ток. «Темновым» данный шум называется потому, что состоит из электронов, попавших в потенциальную яму при отсутствии светового потока. Основная причина возникновения темнового тока – это примеси в кремниевой пластине или повреждение кристаллической решетки кремния.

Для измерения темнового шума объектив камеры NOVUS NVC-NC530-2 был закрыт непрозрачной крышкой. Камера была подключена к компьютеру на котором установлено специальное программное обеспечение OWLEYE. В программе OWLEYE и проводились измерения темнового сигнала. На горизонтальных осях графиков, отображенных на рисунках 1 и 2. В первом случае измерения проводились для каждого горизонтального ряда пикселей с лева на право, то есть с первого пикселя по 349-й, результат которого мы видим на графике, который изображен на рисунке 1. Во втором – справа налево (то есть измерять начинали с последнего пикселя по первый), так как второе измерение было тестовым, только для того что бы убедиться что мы имеем инструментальную погрешность, было сделано 20 измерений разбросанных по ПЗС-матрице.

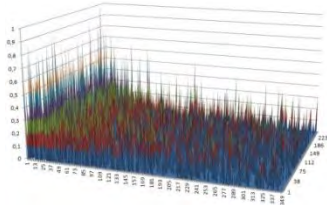


Рисунок 1 – Распределение темнового шума по матрице

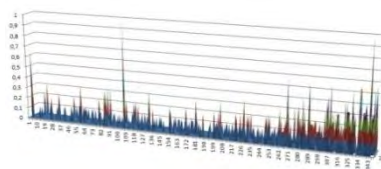


Рисунок 2 – Распределение темнового шума по матрице

Из исследований можно сделать вывод, что мы имеем инструментальную погрешность при измерении геометрических параметров с помощью данной установки. В связи с этим мы имеем возможность повысить точность измерения посредством либо усовершенствования измерительной системы, либо учета полученной погрешности при выполнении измерений.

## МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ КАРТЫ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВАНИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ КООРДИНАТ

Студент гр. «ИТ-32» Жворонков Д.В.  
Аспирант Храбров Д.Е.  
Гомельский государственный технический  
университет имени П.О. Сухого

Системы глобального позиционирования позволяют определять координаты объекта по уже известным точкам. Существуют различные системы, у которых есть, как и плюсы, так и минусы. Примерами таких систем являются: Google Maps, различные GPS-навигаторы [1], в том числе встроенные в мобильные устройства. Однако в поставленной задаче необходимо отображение положения внутри здания, что делает невозможным использование существующих систем.

В данной работе основной акцент уделялся на изображение карты помещений университета. По координатам точки строится карта (Рисунок 1) близлежащих помещений с точностью до кафедры. Для хорошей масштабируемости карты используется язык разметки векторной графики [2]. Поскольку карта может отображаться в мобильном приложении, а ресурсы довольно ограничены, то необходимо динамическое отображение.

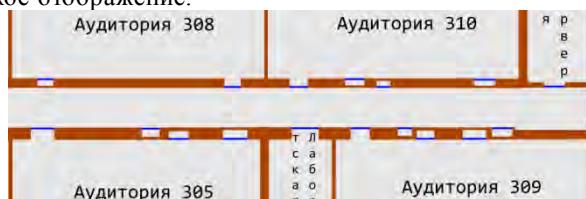


Рисунок 1 – Макет карты кафедры

Сутью методики является использование SVG, динамическое отображение и вывод только необходимой информации. В итоге получена методика, позволяющая создавать легковесное, динамическое изображение, которое удобно использовать как на мобильном устройстве, так и через Web-интерфейс.

### Литература

- 1 Найман, В. Лучшие GPS Навигаторы / В. Найман // ИТ-Пресс – 2008 – 400 с.
- 2 Frost, J. Learn SVG: The Web Graphics Standard / Jon Frost, Stefan Goessner, Michel Hirtzler // SVG – 2008 – P. 423.

## **СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ И ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ДВУХЭТАЖНОГО ТОРГОВОГО ЦЕНТРА**

Студент гр. 313028 Журавлевич Л.Н.

Канд. техн. наук, доцент Мисюкевич Н.С.

Белорусский национальный технический университет

Для управления торговым центром разработан проект системы пожарной и охранной сигнализации.

Торговые залы магазинов и рынков, размещенных в надземных этажах, торговой площадью до 3000 м<sup>2</sup> включительно должны быть оборудованы системой пожарной сигнализации. Которая предназначена для сбора, обработки, передачи информации на приемно-контрольные приборы (ПКП), отображения и регистрации извещений о состоянии шлейфов пожарной сигнализации и передачей на пункт диспетчеризации пожарной автоматики министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС) сигналов «Пожар» и «Неисправности».

Места установки извещателей позволяют контролировать возгорание на всей защищаемой площади. В конце шлейфа СПС предусматривается устройство, обеспечивающее визуальный контроль его включенного состояний.

Защите охранной сигнализации подлежат: кабинеты, технические и служебные помещения, зал обслуживания посетителей торгового центра. Основными горючими материалами в этих помещениях являются мебель, бумага, электрические и коммутационные линии, а также реализуемая продукция. Основные материальные ценности объекта – оргтехника, офисная мебель, предметы интерьера.

Охранные извещатели подключаются к соответствующим шлейфам сигнализации. Информация от всех извещателей системы поступает на Департамент охраны МВД Республики Беларусь.

Электроприемники пожарной автоматики должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания. Переключение электропитания с основного ввода на резервный осуществляется автоматически, при восстановлении напряжения на нем без изменения показаний индикаторов и/или режимов кроме таких, которые причинно связаны с электропитанием.

Минимизация ущерба от пожара достигнута за счет успешного тушения, раннего обнаружения очага возгорания.

## БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ КОНЬКОБЕЖЦЕВ

Магистрантка Зайко О.А.

Канд. техн. наук, доцент Савёлов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Развитие спорта в настоящее время связано с использованием новейших научно-технических достижений. Использование технических средств, в тренировочном процессе, позволяет повысить его эффективность.

Данная работа посвящена разработке блока управления тренажерным комплексом для конькобежцев.

Управление тренажерным комплексом подразумевает под собой изменение параметров функционирования устройства: контроль величины нагрузки и при необходимости её корректировки, контроль функционального состояния занимающегося.

В ходе проведения исследования были разработаны алгоритм работы блока управления, структурная и функциональная схемы устройства, определена элементная база системы в соответствии с требованиями по эксплуатации.

Рассмотрены и проанализированы различные варианты компоновки интегральных микросхем на печатной плате, обеспечивающие надежную работу системы. В результате чего был определен оптимальный вариант размещения органов управления и средств отображения информации системы управления тренажерным комплексом для конькобежцев.

При помощи системы автоматизированного проектирования Altium Designer было проведено исследование функционирования электрической схемы устройства на различных режимах эксплуатации. Разработан рабочий чертёж печатной платы.

При помощи системы твердотельного моделирования SolidWorks разработана трехмерная модель блока управления системы с пленочной лицевой панелью (рисунок 1). Трехмерная модель была разработана в соответствии с эстетическими и эргономическими требованиями к конструкциям спортивной техники.

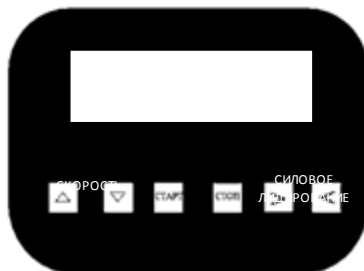


Рисунок 1 –Лицевая панель блока управления



## УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ШАГОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ОБМОТОК ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Студент гр.113311 Звездов В.А.

Ст. преп. Владимирова Т.Л., канд. техн. наук, доцент Тявловский К.Л.  
Белорусский национальный технический университет

Устройство формирования шаговых последовательностей обмоток шагового двигателя (ШД) предназначено для совместной работы с устройством управления ШД и имеет 2 режима управления: волновой и шаговой. Внешний вид устройства приведен на рисунке 1.

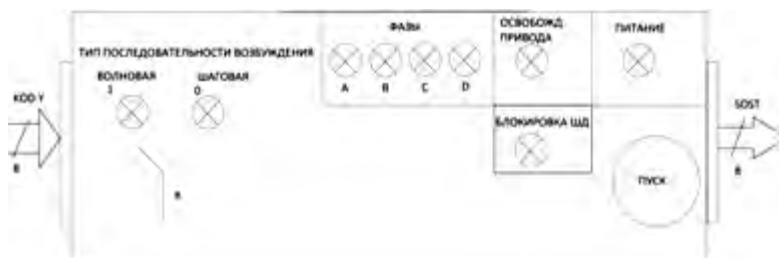


Рисунок 1 – Внешний вид устройства формирования шаговых последовательностей обмоток ШД

Устройство формирования шаговых последовательностей обмоток ШД формирует необходимый уровень токов в обмотках при напряжении питания до 35 В при управлении от устройства управления ШД, которое задает частоту и число импульсов (шаг перемещения), или в режиме ручного управления.

Перед началом работы необходимо задать режим движения, направление движения, шаг перемещения и частоту скорости перемещения. Режим движения, непрерывный или импульсный, задается нажатием кнопки «Смена режима», после чего командой «Анализ режима» происходит анализ текущего режима.

Направление движения, влево или вправо, задается нажатием кнопки «Смена направ.», после чего командой «Анализ направления» происходит анализ текущего направления. После этого направление меняется на противоположное: если изначально было выбрано направление движения вправо, то после нажатия кнопки «Смена направ.» индикатор «Направ. «→»» гаснет и загорается индикатор «Направ. «←»». После выполнения любой из этих команд устройство переходит в режим ожидания.

## СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ

Студент гр. 113020 Казачёнок Д.В.

Канд. техн. наук, доцент Кривицкий П.Г., ст. преп. Исаев А.В.

Белорусский национальный технический университет

**Проблематика.** Данная работа направлена на рассмотрение и изучение различных видов и конструкций автономных систем управления температурой.

**Цель работы.** Разработка системы управления температурой (термостат)

**Объект исследования.** Назначение данной системы: Программируемый термостат используется для включения системы нагревания и охлаждения и таким образом регулирования температуры в помещении, термостат будет постоянно поддерживать нужную температуру на желаемом уровне с высокой точностью.

**Используемая методика.** Особенностью системы является простота использования, минимальное количество кнопок. Во включенном состоянии полученная с датчика информация обрабатывается в микроконтроллере и сравнивается с заданным пороговым значением температуры. Если она меньше порогового значения, то включается нагревательный элемент. Если она больше порогового, то нагревательный элемент выключается. Задание порогового значения, а также увеличение и уменьшение осуществляется с помощью кнопок. В системе также существует режим программируемого гистерезиса, что значительно упрощает работу устройства. Полученное значение температуры выводится на ЖКИ. Был выбран микроконтроллер PIC18F442, который по своим характеристикам больше всего подходит для реализации поставленной задачи при относительно низкой стоимости, высокой надежности и низком энергопотреблении.

**Полученные научные результаты и выводы.** В проекте была разработана система, состав которой: датчик температуры с выходным сигналом ШИМ, ЖК-индикатор, способ обработки сигналов датчика – цифровой; МК – MicroChip, интерфейс-ISCP.

**Практическое применение полученных результатов.** Система управления температурой используется в системах отопления для регулирования температуры воздуха в помещении.

## ОЦЕНКА МЕТОДИК ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КАЛИБРОВКИ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

Студент гр.ПГ-82м (магистрант) Капица М.С.

Доцент Мелешко В.В.

Национальный технический университет Украины «КПИ»

Рассмотрены две основные методики производственной калибровки [1]: методика тестовых поворотов (4 положения для измерений) и методика метода наименьших квадратов (МНК) (12 положений). Приведены примеры калибровки выходных сигналов чувствительных элементов блока одноосных микромеханических акселерометров Colibrus MS 9002d.

Проведен сравнительный анализ двух вышеупомянутых методик калибровки.

В таблице приведены результаты значений математического ожидания и среднеквадратического отклонения ошибок измерения ускорения после калибровки акселерометров и учета результатов калибровки при измерениях.

Таблица

№-п акселерометра в блоке	Методика МНК	Методика тестовых поворотов
Значения математического ожидания ошибки (МО), м/с <sup>2</sup>		
1.	0.026911	0.025339
2.	0.022722	0.021651
3.	0.0024789	0.011801
4.	0.0050071	0.0033315
5.	0.051726	0.049486
Среднеквадратическое отклонение (СКО), м/с <sup>2</sup>		
1.	0.072104	0.071245
2.	0.068407	0.068234
3.	0.051914	0.050073
4.	0.059554	0.057722
5.	0.079623	0.07896

Значение СКО и МО, определяемые по указанным методикам, практически одинаковые, но при использовании МНК значения СКО и МО больше, чем их значения при использовании методики тестовых поворотов.

### Литература

1. Аврутов, В.В. Мікромеханічні акселерометри: навчальний посібник / Аврутов В.В., Бондар П.М., Мелешко В.В. – К.: НТУУ «КПІ», 2006. – 32 с.

## СЕНСОРНЫЙ РЕГУЛЯТОР ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Студент гр.113010 Кедо А.В.

Канд. техн. наук, доцент Кривицкий П.Г.

Белорусский национальный технический университет

Данный проект направлен на разработку устройства регулирования выходного напряжения в диапазоне от 0 до 12В с отображением текущего выходного напряжения на ЖКИ-дисплее. Управление данным устройством производится с помощью микроконтроллера Microchip. Изменение выходного напряжения производится с помощью двух сенсорных емкостных кнопок «БОЛЬШЕ» и «МЕНЬШЕ». Контроль за текущим выходным напряжением производится с помощью ЖКИ-дисплея.

В ходе разработки рассмотрены аналоги данного устройства с различными техническими характеристиками: диапазоны входных/выходных напряжений, стабильность поддержания заданного напряжения. Рассмотрен принцип их работы.

Разработан сенсорный регулятор выходного напряжения работающий при температуре  $-10...+50^{\circ}\text{C}$ .

За основу проекта взяты организация работы сенсорных емкостных кнопок с помощью микроконтроллера Microchip, формирование ШИМ-сигнала для управление схемой формирования выходного напряжения, работа АЦП для вывода значения на ЖКИ-дисплей.

В ходе работы был разработан сенсорный регулятор выходного напряжения. Разработаны структурная, функциональная, принципиальная схема устройства, описан алгоритм работы всего устройства с точки зрения загрузки его в микропроцессорный блок, написана программа для вывода информации на ЖКИ-дисплей. Произведен выбор элементной базы для функционирования всего устройства. Написана программа для вывода информации на ЖКИ-дисплей, произведено моделирование данного блока проекта. Получили устройство, которое способно выдавать напряжение в диапазоне от 1,3В до 12В с шагом 0,1В и разбросом выходного напряжения 0,04 %/В, при включении его к источнику питания от +12В до +15В. Регулировка выходного напряжения производится с помощью двух сенсорных емкостных кнопок. Предусмотрено сопряжения данного устройства с другими устройствами по интерфейсу USB. Предусмотрено внутрисхемное программирование микроконтроллера по интерфейсу ICSP, а так же вывод информации о значении выходного напряжения на ЖКИ-дисплей.

## **БЕСПРОВОДНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП НА БАЗЕ LINUX**

Студент гр. ПК-31м (магистрант) Ковтун Г.М.,

Студент гр. ПК-01 Топиха Д.М.

Канд. техн. наук, доцент Петрик В.Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Современное приборостроение невозможно приставить без микропроцессоров начиная от мобильного телефона, дефектоскопа и заканчивая рефрижераторной установкой. Микропроцессоры завоевали свою популярность возможностью автоматизировать технологические процессы. В свою очередь компьютерную технику не возможно представить без операционной системы (ОС).

В нашей разработке было предложено использовать ОС Linux. Данная ОС является альтернативой в противовес коммерческим конкурентам. Для дефектоскопии эта ОС интересна возможностью создания разнообразного программного обеспечения, которое позволит применять различные методы (преобразования Гильберта, Фурье и т.д.) для обработки и оцифровки несущих сигналов. Благодаря тому что Linux портирован на очень большое количество процессорных архитектур в тестовом образце был использован процессор на базе ARM STM32F407 компании STMicroelectronics. Он имеет необходимое количество интерфейсов и высокое быстродействие (168MHz CPU, 210 DMIPS, 2xUSB OTG, 6xUSARTs, 12-bit ADC).



Рисунок 1 – Беспроводной ультразвуковой дефектоскоп МД-1

В нашем дефектоскопе был использован беспроводной интерфейс Wi-Fi. Это дает возможность сократить временные затраты, уменьшить количество обслуживающего персонала при контроле существенно отдаленных объектов (имеющих большую протяженность, отдаленных от оператора и т.д.) и не нуждается в использовании соединительных кабелей, что в свою очередь облегчает оператору процесс контроля и позволяет работать в каком угодно пространственном положении одной рукой.

## **СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ, ОПОВЕЩЕНИЯ О ПОЖАРЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЭВАКУАЦИЕЙ САЛОНА КРАСОТЫ**

Студент гр. 113019 Короленко Ф.В.

Ст. преп. Владимирова Т.Л.

Белорусский национальный технический университет

Система пожарной сигнализации (СПС) представляет собой сложный технический комплекс, служащий для своевременного обнаружения возгорания, месте его появления, выдачи сигналов для управления инженерными системами при пожаре, а также для активации противопожарной системы. Как правило, пожарная сигнализация интегрируется в комплекс технической безопасности, объединяющий в себе системы безопасности и инженерные системы охраняемого объекта.

Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) — комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара, необходимости эвакуироваться, путях и очередности эвакуации, а также трансляции служебных сообщений из дежурного пожарного поста. Структура СОУЭ сводится к двум основным элементам: центральное оборудование и распределительная сеть оповещения.

Пожарная сигнализация обеспечивает этот комплекс достоверной информацией об очагах возгорания и вырабатывает соответствующие алгоритмы поведения систем оповещения, пожаротушения, дымоудаления, контроля доступа и т.д.

В случае возникновения пожара в здании, задачей первоочередной важности является спасение находящихся там людей. Обеспечить оперативное ее решение призваны две взаимодействующие системы - система пожарной сигнализации (СПС), которая способна обнаружить очаг возгорания на ранней стадии, и система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ).

Система спроектирована по "зональному" принципу (т.е. с разделением на зоны оповещения) и интегрируется с системой пожарной сигнализации на программно-аппаратном уровне. При возникновении пожара (или другой нештатной ситуации) система воспроизводит заранее определенные алгоритмы, предназначенные именно для этой зоны, что позволяет обеспечить организованную эвакуацию из помещений объекта.

## ПРИМЕНЕНИЕ КВАТЕРНИОНОВ ПРИ СКАЛЯРНОЙ КАЛИБРОВКЕ БИНС

Студент гр. ПГ-81 (магистрант) Косяк М.Р.

Канд. техн. наук, доцент Аврутов В.В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) широко используются для автономного определения координат подвижных объектов. Для предстартовой подготовки БИНС необходимо проводить ее калибровку. Существуют различные методы калибровки, однако для проведения калибровки на борту предпочтительнее использовать метод скалярной калибровки, где в качестве эталона измеряемой величины принимают не вектор, а скалярную величину. В гравитационном поле Земли для гироскопов такой скалярной величиной будет являться угловая скорость вращения Земли  $\Omega$ , а для акселерометров – величина ускорения силы тяжести  $g$ .

Рассмотрена скалярная калибровка блока гироскопов и акселерометров, входящих в состав БИНС. Согласно методу [1], следует вычислить скалярную величину вектора измерений и сравнить его с известным скалярным значением измеряемого вектора. Данный метод калибровки позволяет определять нулевые сигналы, погрешности масштабных коэффициентов и углов неортогональностей датчиков (коэффициентов перекрестной связи), не предъявляя жестких требований к угловой выставке испытательного оборудования.

Предлагается углы поворота основания для скалярной калибровки задавать в виде кватернионов. Таким образом, переходом от углов Эйлера-Крылова удастся избежать проблем вырождения матриц при проведении необходимых вычислений.

### Литература

1. Аврутов, В.В. О скалярной калибровке блока гироскопов и акселерометров / В.В. Аврутов // Вісник «КПІ», серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2010. – Випуск 40. – С.10–17.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ДЛЯ АНАЛИЗА УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ СЕРДЦА**

Студент гр. ПК-01 Кравченко М.В.

Канд. техн. наук, ст. преп. Галаган Р.М.

Национальный технический университет Украины «КПИ»

В наше время особенно актуально стоит проблема корректной интерпретации результатов ультразвуковой диагностики сердца, то есть установления максимально точного диагноза. Ультразвуковое исследование сердца применяется для выявления жидкости в перикардиальной полости, изучение структур сердца и тканей, которые его окружают, выявление внутрисердечных тромбов, для исследования функционального состояния сердца и т.п. На сегодняшний день в подавляющем большинстве случаев диагноз устанавливается врачом на основании его опыта и умения правильно анализировать и интерпретировать полученные ультразвуковые изображения. В таком случае полезным инструментом, помогающим врачу более точно установить диагноз, может быть программное обеспечение, позволяющее проводить простейшую цифровую обработку изображений и распознавать образы.

Распознавание образов – это отнесение исходных данных к определенному классу с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти данные, из общей массы несущественных данных. Данный анализ позволит выделить подозрительные участки полученного ультразвукового изображения (возможно, связанные с заболеваниями) сердца.

Для реализации методов распознавания образов можно воспользоваться программным пакетом MATLAB. В данной программе присутствуют расширения для работы с изображениями. Для корректировки изображений можно воспользоваться уже известными методами обработки изображений, такими как бинаризация [1], морфология, изменение контрастности и др. Применение подобных методов обработки в автоматическом режиме позволит повысить степень выявляемости некоторых болезней сердца на ранней стадии.

### **Литература**

1. Применение процедуры бинаризации для определения образа дефекта. – <http://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-14/127-131.pdf>



## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЬЕЗОРЕЗОНАНСНЫХ МЕХАНОТРОНОВ В ИЗМЕРЕНИЯХ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

Студент гр.ПБ-02 (бакалавр) Кужелев С.Л.

Канд. техн. наук, доцент Ключко Т.Р.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Для измерения параметров состояния человека в настоящее время применяется большое количество разнообразных методов. При проведении контурного или спектрального анализа пульсовых колебаний, как правило, определяются амплитудные и временные параметры характерных точек этих сигналов.

Необходимость улучшенного измерения сердечнососудистой системы человека привела к созданию метода отражения пульсовой волны, в котором фиксируется суммарный сигнал прямой и отраженной от бифуркации артерии волн давления.

Пьезорезонансные механотроны (ПРМТ) относятся к преобразователям с управлением его резонансной частотой путем изменения величины зазора между возбужденным пьезоэлементом. [1]

По сравнению с существующим внешним емкостным управлением частотой (ВЕУ), ПРМТ лучше в преобразовании полученного сигнала.

Но с экономической точки зрения они проигрывают ВЕУ, поэтому целесообразно использовать ВЕУ в приборах невысокой точности для снижения их оценочной стоимости и повышения их конкурентной способности на рынке.

Еще проблема ПРМТ в том, что для точных измерений состояния человека электроды должны быть строго параллельны друг другу, однако на практике это практически не реализуем, но это устраняемо на этапе проектировки.

Можно сделать вывод, что, несмотря на недостатки ПРМТ, с точки зрения медицины, их применение целесообразно в медицинских приборах высокого класса для более точных и быстрых измерений сердечнососудистой системы человека. Для бюджетного сегмента рынка более рационально использование ВЕУ.

### **Литература**

1. Колпаков, Ф.Ф. Пьезорезонансные механотроны в измерениях параметров сердечно-сосудистой системы человека / Статья // Ф.Ф. Колпаков, С.К. Пидченко, А.А. Таранчук, А.Е. Опольская. – Хмельницкий, 2009. – С. 60–69.

## **ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ВЯЗКОСТИ И ПЛОТНОСТИ ЭМУЛЬСИЙ**

Аспирант Кутя В.Н.

Д-р. техн. наук, профессор Древецкий В.В.

Национальный университет водного хозяйства и природопользования  
(г. Ровно, Украина)

Эффективность технологических процессов эмульгирования, повышение качества готовой продукции в значительной степени определяется наличием оперативной информации о качественных характеристиках эмульсий на стадиях их образования и переработки.

Одними из наиболее важных параметров качества эмульсий являются вязкость, плотность, концентрация дисперсной фазы, размер и распределение капель дисперсной фазы (дисперсность). Известные методы и средства непрерывного контроля качества эмульсий характеризуются невысокой точностью, низким быстродействием, имеют ограниченное применение и используются для отдельных типов эмульсий. Поэтому современная автоматизированная ИИС контроля качества должна обеспечивать измерение этих параметров в непрерывном режиме.

Для непрерывного контроля кинематической вязкости и плотности эмульсий нами предложена и разработана ИИС [1], базирующаяся на применении гидродинамического метода измерения. Основным чувствительным элементом системы является дроссельный мостовой преобразователь, состоящий из перекрестно соединенных ламинарных и турбулентных гидравлических дросселей. При прокачке жидкости через преобразователь достигают такого значения расхода, при котором мостовая схема будет уравновешенной, т.е. будет отсутствовать перепад давления в измерительной диагонали. При этом кинематическая вязкость эмульсии прямо пропорциональна ее расходу через преобразователь, а плотность – прямо пропорциональна перепаду давления на входе и выходе преобразователя, и обратно пропорциональна квадрату расхода.

Разработанная АСК является компьютерно-интегрированной, позволяет проводить измерения в непрерывном режиме, имеет удобный графический интерфейс и может быть интегрирована в систему автоматизированного управления производством.

### **Литература**

1. Кутя В. М. Інформаційно-вимірювальна система контролю параметрів якості емульсій / В. М. Кутя, В. В. Древецкий // Сб. тезисов докладов I Всеукраїнської науково-технічної конференції «Современные тенденции развития приборостроения», 19-20 ноября 2012 г., г. Луганск, кафедра «Приборы», ВНУ им. В.Далы. – 2012. – С. 152–153.

## **МИКРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

Аспирант Лакоза С.Л.

Канд. техн. наук, доцент Мелешко В.В.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Использование миниатюрных недорогих микромеханических инерциальных датчиков низкой точности позволяет расширить сферу использования инерциальных навигационных систем, включая и нетрадиционные области, такие, как медицина и реабилитация, робототехника, анимация и биомеханика. Особенно актуальными являются системы для проведения диагностики больных пациентов, которые позволяют врачу количественно оценить параметры и характер биомеханических движений. Кафедрой приборов и систем ориентации (НТУУ «КПИ») совместно с лабораторией биомеханики института ортопедии и травматологии АМН Украины разрабатывается программно-аппаратный комплекс для диагностики верхней конечности человека при различного рода заболеваниях. Аппаратная часть состоит из трёх модулей датчиков, которые располагают на частях верхней конечности (плечо, предплечье, кисть) в строго определённых точках. Отдельный модуль включает следующие типы датчиков: микромеханические гироскопы, микромеханические акселерометры, магниторезистивные магнитометры. Для проведения исследований разработана методика регистрации тестового движения, например движения расчесывания. Методика состоит из двух этапов: первый этап – начальная выставка, второй – выполнение непосредственно пациентом трёх тестовых движений. Система сбора данных при этом записывает все необходимые данные, которые потом используются в разработанном программном комплексе для обчёта кинематических и динамических параметров движения верхней конечности. Система позволяет оценить угловые скорости, собственные ускорения частей конечности, ориентацию в географической системе координат, изменение ориентации в системах координат связанных с конечностями. Программа позволяет также оценить объем движений по основным углам в автоматическом режиме, а также формирование результатов по всем параметрам в выбранных пользователем точках.

Проведены первые исследования больных ревматоидным артритом до и после операции. Были получены результаты показывающие механизмы компенсации частичной неподвижности (до операции) локтевого сустава при выполнении тестового движения.

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В СТАЛИ 17ГС МЕТОДОМ ЭФФЕКТА БАРКГАУЗЕНА

Студент гр.113459 Лапицкая В.А.

Канд. техн. наук, доцент Воробей Р.И.

Белорусский национальный технический университет

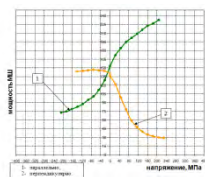
Мл. научн. сотр. Винтов Д.А.

ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси»

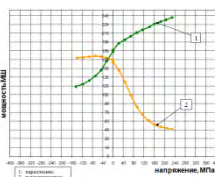
В ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси» были проведены исследования по определению остаточного напряжения в образцах из стали 17ГС (трубная сталь). На рисунке 1 приведены графики зависимости интенсивности магнитного шума от приложенного напряжения для двух образцов из стали 17ГС.

Плоский образец из стали 17ГС подвергали одноосному двухстороннему изгибу. Датчик Баркгаузена устанавливали неподвижно посередине образца сначала вдоль (параллельно), а затем поперек (перпендикулярно) деформации изгиба и получали зависимость шума Баркгаузена от упругого напряжения. Точка пересечения кривых – это и есть значение остаточного напряжения.

Как видно из графика, в образце №1 (рисунок 1, а) остаточное напряжение равно  $-15\text{МПа}$ , а в образце №2 остаточное напряжение равно  $-19\text{МПа}$  (рисунок 1, б). Исходя из этого, можно сказать, что в образце действуют сжимающие напряжения. В идеальном случае, когда в образце нет остаточных напряжений, точка пересечения кривых лежит на оси ординат, т.е. остаточное напряжение равно нулю (рисунок 2).



Образец №1



Образец №2

Рисунок 1 – Графики зависимости

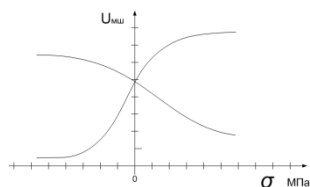


Рисунок 2 – График для идеального случая

## ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦА ИЗ СТАЛИ 17ГС ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Студент гр.113459 Лапицкая В.А.

Канд. техн. наук, доцент Воробей Р.И.

Белорусский национальный технический университет

Мл. научн. сотр. Винтов Д.А.

ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси»

В ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси» была разработана методика измерения остаточных напряжений в стали 17ГС, предназначенная для изготовления трубопроводов, методом эффекта Баркгаузена. Алгоритм проведения измерений представлен на рисунке 1.

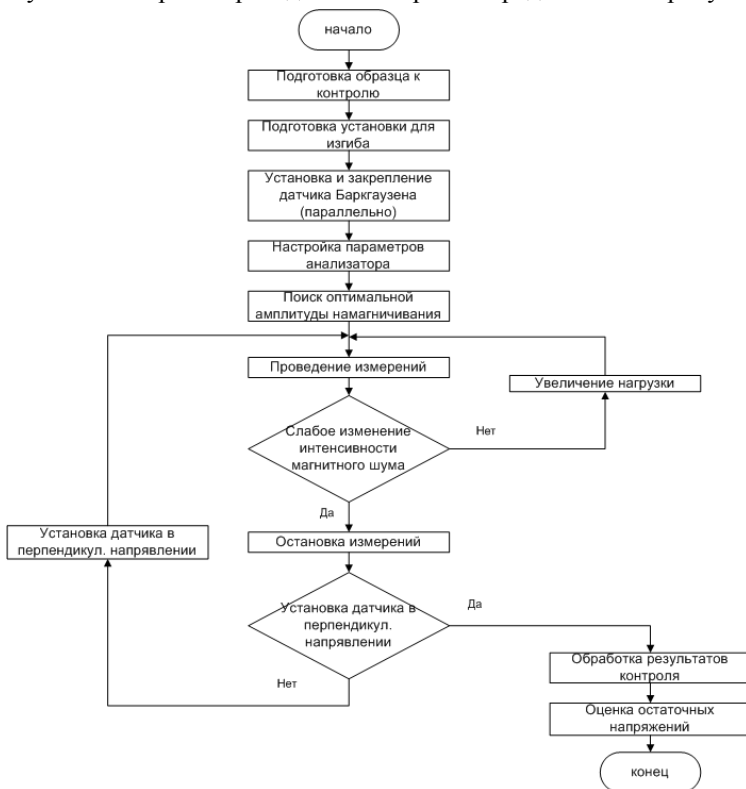


Рисунок 1 – Алгоритм методики измерения

Образец размерами 40x5x250мм (ширина, высота и длина соответственно) вырезается из новой трубы. Его поверхность подвергается шлифовке.

После механической обработки образец устанавливается в изгибной установке. На его поверхности крепится преобразователь Баркгаузена (рисунок 2).

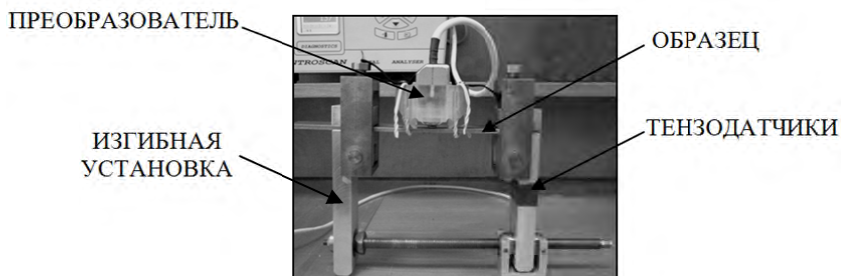


Рисунок 2 – Установка для изгиба

В ходе проведения испытаний образец подвергается изгибу в разных направлениях. Соответственно, поверхность, на которой установлен датчик, испытывает растяжение или сжатие (рисунок 2, б).

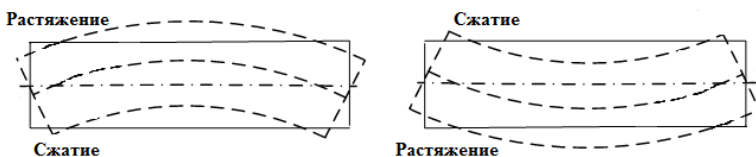


Рисунок 3 – Изгиб образца

Измерение шума Баркгаузена (или магнитного шума) происходит пошагово в процессе проведения испытаний на изгиб. Значения напряжения и его знак определяется с помощью тензодатчиков, которые установлены на изгибной установке (информация передается на тензометрическую станцию, а от нее – на персональный компьютер).

Результатом проведения испытаний является построение графика зависимости магнитного шума от приложенного напряжения для данного образца.

## **ФРАКТАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫХ СИГНАЛОВ ПРИ КОНТАКТНОМ ТОЧЕЧНОМ СВАРИВАНИИ**

Студентка гр. ПК-01 Лашта Р.В.

Канд. техн. наук, ст. преп. Галаган Р.М.

Национальный технический университет Украины «КПИ»

Контактное точечное сваривание (КТС) широко применяется при массовом производстве различных изделий, поскольку имеет ряд преимуществ: незначительные остаточные деформации, высокую продуктивность, высокий уровень механизации и автоматизации, гибкость и универсальность технологического процесса.

Одним из основных дефектов КТС является непровар, при котором между свариваемыми элементами есть механический контакт, но отсутствует литое ядро. Для контроля образования литого ядра в процессе сваривания в последнее время находят применения акустико-эмиссионный (АЭ) метод [1]. АЭ контроль процесса КТС основан на регистрации акустических волн, которые возникают при перестройке структуры литого ядра. Основным недостатком этого метода является чувствительность к шумам, которые возникают во время контроля. Это приводит к тому, что полезный сигнал достаточно трудно выделить на фоне этих помех.

Для обработки и выявления полезных АЭ сигналов предложено использовать фрактальный анализ.

АЭ сигналы характеризуются большим разбросом определяющих параметров. Объясняется это произвольной природой формирования таких сигналов. Использование фрактального анализа позволяет синтезировать простые, но эффективные алгоритмы когерентного и некогерентного обнаружителя одномерных сигналов. В данном случае АЭ сигналы рассматриваются как фрактальные множества, обладающие скейлинговыми свойствами. Такой подход позволяет практически решить задачу автоматического обнаружения АЭ сигнала, даже в случае сильных коррелированных помех [2].

### **Литература**

1. Галаган Р.М. Розроблення критеріїв якості точкового зварювання за результатами акустико-емісійного контролю / Р.М. Галаган, Н.Ф. Луценко, Ф.С. Клішар, В.І. Запара // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – Київ. – 2012. - № 6 (86). – С. 115-120.
2. Потапов А.А. Новейшие методы обработки изображений / А.А. Потапов, Ю.В. Гуляев, С.А. Никитов и др. – М.: Физматлит, 2008. – 496 с.

## **СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ И ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ КИНОВИДЕОПРОКАТА**

Студент гр.313028 Ли В.В.

Канд. техн. наук, доцент Мисюкевич Н.С.

Белорусский национальный технический университет

Для управления кино видеопроката разработан проект системы пожарной и охранной сигнализации, состоящей из двух частей: системы пожарной сигнализации - предназначенной для обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей путем обнаружения пожара на начальных стадиях, и передачи извещений о возникновении задымленности дежурному персоналу на объекте, а также передачи извещений о состоянии системы на пункт диспетчеризации пожарной автоматики МЧС, и системы охраной сигнализации - предназначенной для защиты от несанкционированного доступа нарушителя или группы нарушителей и оповещения о проникновении или попытке проникновения посредством вывода сигнала на пульт централизованного наблюдения подразделения охраны.

Защите системой пожарной и охранной сигнализации подлежат: кабинеты, технические и служебные помещения, склады управления кино видеопроката. Основными горючими материалами в этих помещениях являются мебель, бумага, электрические и коммутационные линии. Основные материальные ценности объекта – оргтехника, офисная мебель, предметы интерьера.

Пожарные и охранные извещатели подключаются к соответствующим шлейфам сигнализации. Информация от всех извещателей системы поступает на приборы приёмно-контрольные, расположенные в комнате дежурного персонала. Управление системой осуществляется с помощью выносной панели управления и индикации, которая подключается к процессорному модулю КСО-А.

При возникновении задымления, от дымового пожарного извещателя, на прибор приёмно-контрольный, поступит извещение об обнаружении пожара, эта информация будет отображаться на выносной панели управления, а так же передаваться в пункт диспетчеризации пожарной автоматики МЧС. Путём раннего обнаружения очага возгорания обеспечивается пожарная безопасность людей и материальных ценностей.

При проникновении или попытке проникновения нарушителя на объект, тревожное извещение от охранных извещателей поступит на прибор приёмно-контрольный, а далее на ПЦН Департамента охраны МВД Республики Беларусь. Благодаря чему будут приняты меры по своевременному реагированию на несанкционированное проникновение.



## КАЛИБРОВКА МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА

Студенты Литош А.М., Гайдай В., Шеколян А.

Канд. техн. наук, доцент Аврутов В.В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Разработка перспективных систем навигации и управления движением объектов различного назначения связана с миниатюризацией систем, снижением их стоимости, энергопотребления и эксплуатационных расходов.

Область применения микромеханических чувствительных элементов чрезвычайно широка. Хотя они и уступают по точности своим макромеханическим аналогам, но по массогабаритным характеристикам, показателям себестоимости и энергопотреблению существенно превосходят традиционные акселерометры среднего класса точности.

Каждый акселерометр имеет свой масштабный коэффициент, смещение нуля и коэффициенты перекрестных связей. Погрешности данных параметров могут привести к неправильной работе уже готовой системы.

Для решения этой задачи производится калибровка акселерометра перед непосредственной установкой в систему или в самой системе. Самым эффективным методом калибровки является метод тестовых поворотов. Он заключается в измерении выходного сигнала акселерометра в двух положениях, отличающихся ориентацией на  $180^\circ$ .

Объектом калибровки был микромеханический акселерометр ADXL203EB производства компании Analog Devices Inc®. Для проведения тестовых поворотов на оптической делительной головке ОДГ-10 с помощью 3D принтера было изготовлено монтажное приспособление. Результаты калибровки показали, что на погрешности параметров акселерометра оказывают влияние нестабильность напряжения питания акселерометра, а так же наклоны основания.

## ДИАПАЗОН ЛИНЕЙНОСТИ БИСПЕКТРАЛЬНОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ПИРОМЕТРА

Канд. техн. наук, доцент Маркин М.А.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Исследование посвящено вопросу определения диапазона линейности биспектрального телевизионного пирометра (БСП). Сейчас одной из важнейших задач является проведение экспериментальных исследований с целью определения характеристик биспектральных телевизионных средств измерения температуры. Одной из основных характеристик является светосигнальная характеристика, а именно ее линейная часть относительно входных сигналов, на которой обеспечивается концептуальная условие о независимости микро преобразователей.

Экспериментальные исследования светосигнальной характеристики БСП с целью установления его диапазона линейности проводилось путем исследования светосигнальных характеристик отдельных каналов на лабораторном стенде.

Диапазон линейности каждого канала БСП определялся как разница освещенностей, в пределах которой выполнялось соотношение [1]

$$A_{\Sigma} E_i' - A E_i' < 3\sigma,$$

где  $\bar{A}(E_i')$  - средние значения сигнала при одинаковой освещенности  $E_i'$ ,  $A_a(E_i')$  - значения с аппроксимированной кривой,  $\sigma$  — среднее квадратичное отклонение.

В условиях эксперимента характеристика БСП на основе камеры NOVUS NVC-530 линейная в диапазоне изменений освещенности мишени от 0,1 лк до 3,8 лк, то есть в диапазоне около 32 дБ. [2]

Представленные экспериментальные результаты исследования диапазона линейности БСП впервые получены в лаборатории телевизионных средств измерения кафедры научных, аналитических и экологических приборов и систем Национального технического университета Украины "Киевский политехнический институт".

### Литература

1. Гайдукевич, Ю.Ч. Системы эффективного телевизионного контроля высокотемпературных полей в производстве изделий электронной техники: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.27.07 / Гайдукевич Юрий Чеславович; Минск. радиотех. инст. – Минск, 1991. – 20 с.
2. Маркін М.О. Мультиспектральні телевізійні прилади контролю високотемпературних технологій / М.О.Маркін, Г.М.Згуровський, В.А.Порев, Є.О.Белорусов, І.В.Бойко // Восточно-европейский журн. передовых технологий. – 2006. – №4/2 (22). – С. 24-26.

## ТЕРМОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Студент гр. 113459 Мисюченко Д.М.

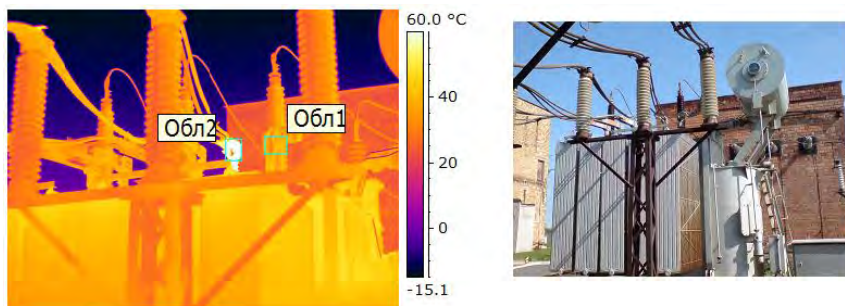
Ст. преп. Куклицкая А.Г.

Белорусский национальный технический университет

Тепловой контроль электрооборудования обеспечивает контроль состояния оборудования без вывода его из работы, позволяет выявлять и определять месторасположение дефектов на ранней стадии развития, сокращать затраты на техническое обслуживание и ремонтные работы. Контроль проводился с помощью профессионального тепловизора FLIR серии Р.

При проведении технического контроля была отработана методика контроля, включающая следующие операции:

- снятие обзорной термограммы наружной поверхности трансформатора;
- идентификация и оценка зон температурных аномалий;



а)

б)

Рисунок 1 – Наружная поверхность трансформатора: а) в ИК-диапазоне; б) видимое изображение

Приведенные на рисунке термограммы показывают, что область наибольшего разогрева соответствует области правого плеча средней фазы. Величина избыточной температуры при рабочей токовой нагрузке свидетельствует о том, что узел является дефектным, а дефект аварийным. Анализ термограмм позволяет оценить выявленный дефект и прогнозировать возможности его развития и сроки восстановления.

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ГАЗА

Студент гр. ПМ-02 (бакалавр) Мищеряков В.Ю.

Канд. техн. наук, доцент Писарец А.В.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Одной из важнейших задач в газовой промышленности является измерение расхода газа. Система учета количества веществ невозможна без средств измерения расхода, которые основаны на различных методах измерения расхода.

На объектах газовой промышленности расход газа и его количество измеряют в основном методом переменного перепада давления на сужающем устройстве, при помощи тахометрических расходомеров и счетчиков, активно внедряются ультразвуковые расходомеры.

Суть метода переменного перепада давления состоит в измерении перепада давления, до и после сужающего устройства, установленного в потоке газа.

Другим классом широко применяемых на производстве средств измерения расхода являются тахометрические расходомеры, принцип действия которых основан на зависимости скорости вращения чувствительного элемента, установленного в трубопроводе, от расхода вещества.

Ультразвуковой метод измерения расхода основан на явлении смещения звукового колебания движущейся средой.

Применение тахометрических расходомеров, в отличие от расходомеров с сужающими устройствами и ультразвуковых, ограничено диапазоном диаметров, т.к. при увеличении диаметра условного прохода растет погрешность измерения расхода. Соответственно накладывается ограничение на применение расходомеров с сужающими устройствами для диаметров выше 1000 мм, и единственным оптимальным методом измерения расхода на больших диаметрах является ультразвуковой. Применение накладных чувствительных элементов делает данный метод очень удобным с точки зрения монтажа и эксплуатации.

Необходимость в дорогостоящих эталонных установках для поверки тахометрических и ультразвуковых расходомеров повышает стоимость их эксплуатации по сравнению с расходомерами с сужающими устройствами. Соответственно необходимо развивать метрологическую базу для поверки и обслуживания ультразвуковых расходомеров, чтобы удешевить их эксплуатацию.

**Ключевые слова:** газ, расход газа, метод измерения.

## ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ГРАВИТАЦИОННОГО ГРАДИЕНТОМЕТРА

Студент гр. 113319 Можейко М.А.

Д-р техн. наук, профессор Джилавдари И.З.

Белорусский национальный технический университет

Основной проблемой, которая должна быть решена, чтобы создать гравитационный градиентометр (ГГ), способный работать на подвижном основании является обеспечение высокой чувствительности к полезному сигналу, с одной стороны, и достаточной жесткости упругого подвеса (УП) подвижной массы (ПМ), с другой стороны. Оба требования являются противоречивыми. Кроме того, в ГГ должен быть обеспечен малый уровень шумов на выходе датчика смещения, что трудно выполнить для приборов с стандартным датчиком смещения ПМ.

В данном докладе рассматривается ГГ, в котором описанные проблемы предлагается решать путем совмещения функций электростатической системы уменьшения жесткости упругого подвеса в виде электростатического актюатора (ЭА) и датчика угла поворота ПМ. Это позволяет исключить использование дополнительных генераторов высокой частоты, которые обычно применяют в подобного рода устройствах, и тем самым обеспечить низкий уровень шумов. Использование ЭА позволяет снижать и настраивать собственную частоту колебаний ПМ и использовать более жесткий упругий подвес для этой ПМ. Предлагаемый сенсор реализует прямое преобразование угловой скорости вращения ПМ под действием крутящего момента (полезного сигнала) на входе ГГ в изменение выходного тока, в то время как все известные емкостные датчики реализуют прямые преобразования смещения ПМ в изменение заряда или напряжения.

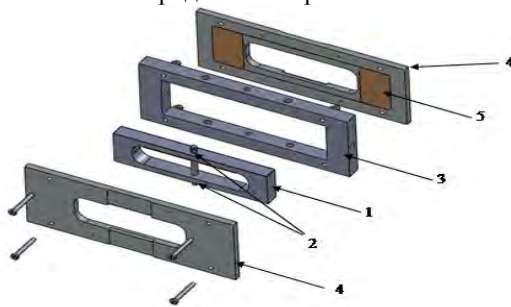


Рисунок 1 – 3D модель чувствительного элемента

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТЕРМОГРАММ**

Студент гр.ПК-02 (бакалавр) Момот А.С.

Канд. техн. наук, ст. преп. Галаган Р.М.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Для оптимизации процедуры теплового неразрушающего контроля и автоматизации обработки термограмм перспективным является использование искусственных нейронных сетей - математических моделей, построенных по принципу организации биологических нейронных сетей нервной системы. Такие сети представляют собой систему соединенных и взаимодействующих между собой процессоров или программных блоков [1].

Суть работы искусственных нейронных сетей заключается в том, что в качестве исходной информации системе предоставляется набор входящих данных и конечных результатов, а далее происходит процесс установления взаимосвязей между данными на входе и конечными ответами. Таким образом, сеть имеет способность к обучению. В дальнейшем обученная сеть используется для предсказания результатов для другого набора входящих данных, ответы для которых еще не известны.

При проведении контроля оператор тепловизионного оборудования должен провести анализ полученных термограмм и определить, что означает та или иная окраска определённого участка объекта контроля. Эту операцию можно реализовать программно посредством использования нейронных сетей создаваемых, например, с помощью пакетов MATLAB или LabView.

При анализе термограмм предлагается обучать нейронную сеть следующим образом: на ее вход подаются векторы температурных значений для бездефектного участка и области с дефектом. На выходе сети этим значением присваивается соответственно нулевой и браковочный уровень. В результате, нейронная сеть получает способность выделять дефектные зоны среди бездефектных участков.

Основной задачей для дальнейших исследований является выбор нужного типа нейронной сети, который будет наиболее оптимальным при использовании в тепловом контроле.

### **Литература**

1. Барский, А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений/А.Б. Барский – М.: Финансы и статистика, 2004. –179с.

## МОДЕЛЬ ОПИСАНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПРИ ЗАЛПОВОМ ВЫБРОСЕ НЕСКОЛЬКИХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ<sup>1</sup>

Студентка Мухлисуллина Р.А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Дизендорф К.И.

Ижевский государственный технический университет имени  
М.Т.Калашникова

На промышленных предприятиях существует вероятность выброса различных жидкостей, которые не так-то просто очистить фильтрами, но которые в то же время могут нанести существенный экологический урон водоемам. В качестве выхода из такой ситуации устанавливаются системы контроля протекающей воды, и в нужный момент происходит переключение водяного потока[1].

При этом существуют различные типы аварийных ситуаций. Первая - уровень загрязненности резко повысился и поддерживается в течение длительного времени. Вторая - уровень загрязненности колеблется, то возрастая, то убывая. Третья - уровень загрязненности периодически меняется с высокого на нормальный, с нормального - на высокий.

Для решения данной проблемы была разработана структурная схема устройства устранения аварийного выброса для нескольких вредных веществ. Рассматриваемое устройство устранения аварийной ситуации представляет собой систему из  $N+1$  оптоэлектронных датчиков, на каждом из которых происходит процесс распознавания загрязняющего сгустка. Каждый датчик номер  $k$  ( $k = 0...N+1$ ) характеризуется своим диапазоном оптической плотности  $[P_{k_{\min}}; P_{k_{\max}}]$ , поэтому тип жидкости номер  $k$  идентифицируется только датчиком соответствующего номера. Датчики номер 0 и номер  $N$  являются вспомогательными: нулевой – для дальнейшего подсчета скорости сгустка, последний – для сброса всех неидентифицируемых жидкостей. Их диапазоны являются максимальными и равны между собой.

Разработанная модель позволяет автоматизировать предотвращение аварийных ситуаций при очистке сточных вод.

### Литература

1. Алексеев, В.А. Снижение влияния аварийных выбросов в системах фильтрации сточных вод / В.А. Алексеев, А. Хедр Е.М. Козаченко // Интеллектуальные системы в производстве. – 2008. – №2. – С. 137–144.

---

<sup>1</sup> В рамках проекта «Принципы контроля оптических сред в биологии и экологии с использованием методов обработки результатов измерений на основе квантификационных моделей»

## ОСОБЕННОСТИ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Студент гр. МПК-101 Никитин А.С.  
Д-р физ.-мат. наук, профессор Борисов В.И.  
Белорусско-Российский университет

Акустическое поле излучения пьезопреобразователей во многом определяет чувствительность акустического неразрушающего контроля.

В предлагаемой работе приводятся результаты численного расчета акустического поля прямоугольных пьезопластинок при их возбуждении непрерывным электрическим сигналом. Расчет акустического поля проводится таким образом, что поверхность пьезопластины разбивается на  $N$  квадратных площадок, а затем определяется результат интерференции акустических волн, возбуждаемых всеми площадками в выбранной точке пространства с координатами  $X, Y, z$ . После разделения пространственных и временной координат амплитуда давления акустических волн в выбранной точке пространства определяется следующим выражением

$$P(X, Y, z) = \sqrt{\left( \sum_1^N \frac{z}{R^2} \cos \frac{2\pi}{\lambda} R \right)^2 + \left( \sum_1^N \frac{z}{R^2} \sin \frac{2\pi}{\lambda} R \right)^2},$$

где  $R$  – расстояние от элементарной площадки пьезопластины до точки, где определяется давление акустической волны;  $\lambda$  – длина акустической волны в среде, где она распространяется.

К примеру, на рисунке 1 приведено распределение давления акустических волн, возбуждаемых квадратной пьезопластинкой со стороной 10 мм, нагруженной на воду, на частоте 2,5 МГц.

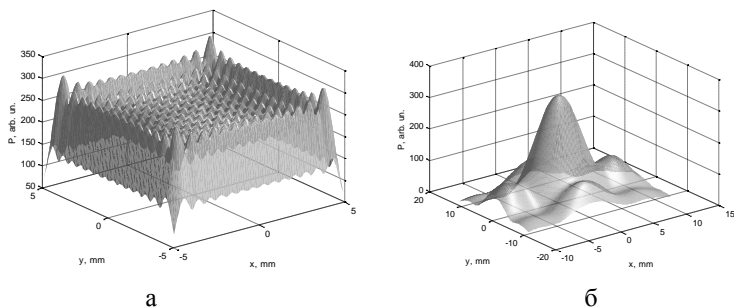


Рисунок 1 – Акустическое поле пьезопластины на расстоянии 1 мм (ближняя зона) (а) и 100 мм (дальняя зона) (б) от пластинки



## **К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ, ИЗДЕЛИЙ БУРОВОЙ ТЕХНИКИ**

Студентка (магистр) Никонова Н.А., аспирант Егоров М.А.

Д-р техн. наук, профессор Цветков Г.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В работе представлено описание технологии определения параметров отклонения формы и расположения реальной геометрии поверхностей деталей обсадной колонны в системе координат системы измерения от номинальной геометрии детали в системе координат (КД) проекта по результатам измерения точек реальных поверхностей с помощью КИМ. Решается задача оптимизации методик выполнения измерения функциональных геометрических параметров деталей.

При бурении все скважины по различным причинам в той или иной мере отклоняются от первоначально заданного направления. Этот процесс называется искривлением. Непреднамеренное искривление называется естественным, а искривление скважин с помощью различных технологических и технических приемов искусственным.

К причинам естественного отклонения (искривления) направления скважины от проектного положения относятся непрямолинейность и скрутка элементов обсадной и буровой колонны.

Важнейшими техническими задачами, возникающими при сборке крупногабаритных корпусных конструкций являются:

1. Контроль взаимного пространственного положения стыковочных и сопрягаемых поверхностей;

2. Контроль геометрических параметров собранной конструкции, в том числе на этапах сборки. Так отклонения от прямолинейности, возникающие при изготовлении и сборке обсадной и буровой колонны труб, обусловлено отклонением от номинального расположения стыковочных поверхностей.

Угловой перекося стыкуемых торцев и смещение посадочных цилиндрических поверхностей при их соединении приводят к отклонению базовой оси буровой колонны и как следствие к отклонению оси скважины, что в свою очередь приводит к забуриванию, более интенсивному износу буровых труб, повышенному расходу мощности, обрушению стенок скважины и др.

Для предотвращения нежелательного искривления скважины из-за непрямолинейности и скрутки необходимо владеть информацией о геометрии каждого стыкуемого изделия обсадной колонны, бурильной трубы. В настоящее время технологический контроль секций обсадной, бурильной колонны заключается в определении геометрического значения параметра в пределах допуска. Такой метод не даёт полного представления о форме бурильной трубы и расположения её поверхностей.

Оптимальным решением существующей проблемы на сегодняшний день является проведение координатных измерений геометрических параметров изделия.

Рассматривая пути повышения качества строительства скважин можно выделить одно из направлений решения поставленной задачи оптимизация методик выполнения измерения функциональных геометрических параметров.

Анализ современного состояния координатных измерений [1-6] показал, что при большом разнообразии методик таких измерений, нет единых принципов, а так же общей методологии их проектирования.

При разработке методик измерений ориентируются в первую очередь на конструкторскую документацию и, во-вторых, на технические возможности координатно-измерительной машины (КИМ).

**Метод контроля пространственных угловых отклонений и скрутки элементов обсадной, буровой колонны при построении скважины.**

Метод предполагает проведение измерения пространственного отклонения поверхностей секций бурильной, обсадной колонны с применением КИМ и последующей обработки полученной информации в САД программе. Контроль проводится непосредственно на месте бурения скважины перед сборкой колонны.

Метод реализуется при выполнении следующих этапов:

1. Подготовка бурильной трубу, колонны к контролю;
2. Сканирование на КИМ требуемых поверхностей и элементов;
3. Определение отклонений расположения поверхностей;
4. Анализ информации и компьютерная сборка элементов бурильной и обсадной колонн.

Определение положения отсчётных поверхностей и элементов в пространстве Рис.1.

Рассмотрим стыковочные поверхности бурильной трубы

- сканировать внутреннюю цилиндрическую  $Dв$  и плоскую  $H1$  поверхности трубы ниппельной части замка,
- сканировать наружную цилиндрическую  $Dн$  и плоскую  $H2$  поверхности трубы муфтовой части замка,
- сканирование реперных элементов (пазы, штифтовые отверстия).

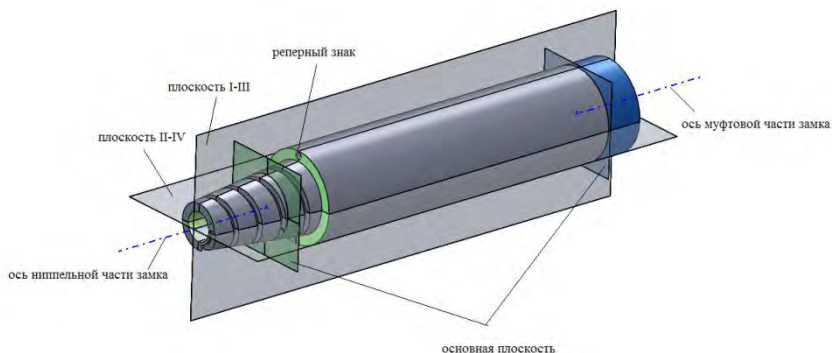


Рисунок 1 – Сканирование поверхностей буровой трубы

При построении дополнительных и отсчётных поверхностей Рис.2 требуется выполнение следующих операций:

- определить центр торца Н1 (Н2) методом пересечения цилиндра  $D_{\text{в}}$  ( $D_{\text{н}}$ ) плоскостью Н1 (Н2);
- построить прямую проходящую через центры торцов Н1 и Н2 - ось буровой трубы;
- создать реперную точку методом пересечения плоскости торца Н1 (Н2) осью реперного элемента;
- построить плоскость, проходящую через ось буровой трубы и репер, принадлежащий базовой поверхности торца – плоскость 1-3;
- построить плоскость перпендикулярную плоскости 1-3 и проходящую через ось трубы – плоскость 2-4;
- построить плоскость проходящую через точку репера второго торца и ось трубы.

Построенные плоскости 1-3 и 2-4 принять как отсчётные поверхности.

Определение угловых отклонений:

- определить угол между двумя прямыми в плоскости 1-3 (2-4): ось торца Н1 и ось торца Н2;
- определить угол между двумя плоскостями;
- определение перегиба оси торца относительно базовой оси стыкуемого торца секции;
- определение закрутки реперных знаков относительно базовых осей стыкуемых секций.

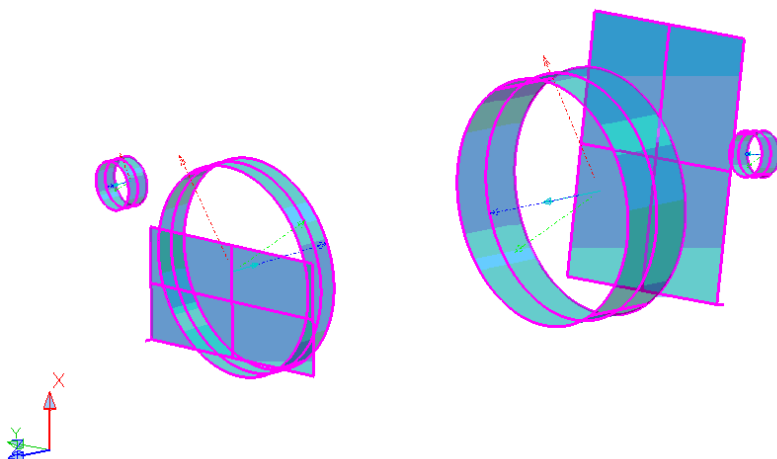


Рисунок 2 – Посадочные поверхности бурильной трубы

Полученные данные дают возможность пространственного анализа геометрии бурильной трубы и возможность проведения компьютерной сборки с учетом смещения поверхностей.

### Литература

1. Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве/ пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – С. 304.
2. Григорьев В.П. Взаимозаменяемость агрегатов в самолётостроении. – М.: Машиностроение, 1969. – С. 260.
3. Технология сборки и испытаний космических аппаратов: учебник для высших технических учебных заведений / Беляков И.Т., Зернов И.А., Антонов Е.Г. и др. / под общ. ред. И.Т. Белякова и И.А. Зернова. – М.: Машиностроение, 1990. – С. 352.
4. Дунин-Барковский И.В., Карташова А.Н. Измерения и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности. – М., 1978. – С. 231.
5. Тарасов В.А., Кашуба Л.А. Теоретические основы технологии ракетостроения. – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2006. – С. 351.

**ПРОТОТИП МОБИЛЬНОГО СЕРВИСНОГО РОБОТА**

Студент гр. 10706113 Олефир Д.Г., Прохорович С.С.

Белорусский национальный технический университет

Канд. техн. наук Прокопович Г.А.

Объединённый институт проблем информатики НАН Беларуси

В последнее десятилетие широкое развитие получила такая область робототехники, как сервисная (обслуживающая) робототехника, которая используется не в промышленности, а в социальной сфере и быту. На данный момент появилась востребованность в универсальных мобильных сервисных платформах, которые могут взять на себя выполнение значительной части повседневной примитивной работы человека. В связи с этим, целью данной работы является исследование возможных применений, а также требований к конструкции и системе управления сервисных роботов. В качестве предмета исследования был выбран процесс уборки полов в жилых и производственных помещениях, а в качестве объекта – прототип робота-пылесоса.

Рабочий прототип представляет собой самоходную платформу с габаритами 335мм в длину, 240мм в ширину и 153мм в высоту, корпус которой выполнен из легкого пластика. Ходовая часть – два реверсно-коллекторных электромотора с редуктором. Обладая передаточным числом в соотношении 250:1 и максимальным крутящим моментом в 3000 г\*см, двигатели позволяют платформе оставаться маневренной и в то же время наделяют ее достаточным уровнем проходимости. Для управления ходовой частью используется драйвер двигателя DFRobot 4.8-46В. Для ориентации в пространстве используется 3 ультразвуковых датчика HC-SR04, расположение которых позволяет избегать столкновения с различными препятствиями. Датчики, точность измерения которых очень чувствительна к колебаниям входящего напряжения, питаются при помощи преобразователя напряжения на базе микросхемы LM2576. Система управления робота выполнена на базе платы ArduinoMicro, состоящей из микроконтроллера ATmega32U2, которая позволяет подключить достаточно периферийных устройств. Питание осуществляется при помощи двух Li-Ion аккумуляторов емкостью 2900мА/ч и напряжением 3.75В. Для их эффективного использования специально было сконструировано устройство индикации критического разряда. Результаты экспериментов показали, что используя несложный алгоритм движения с объездом препятствий, указанный прототип способен в течении 60 минут очистить 20 м<sup>2</sup> плоской поверхности.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Студент гр. 10706113 Олефир Д.Г., Прохорович С.С.  
Белорусский национальный технический университет  
Канд. техн. наук Прокопович Г.А.

Объединённый институт проблем информатики НАН Беларуси

На данный момент одним из сдерживающих факторов широкомасштабного использования мобильных робототехнических устройств в быту является система электропитания, которая не может в полной мере обеспечить требуемые характеристики (большое число рабочих циклов, низкий уровень саморазряда, широкий диапазон рабочих температур и т.д.). В качестве примера рассмотрим прототип робота-пылесоса, который был специально разработан для исследования требований: мощная ходовая, развитая система сенсоров, а также разработки алгоритмов пространственного ориентирования. С целью определения наиболее оптимальной системы электропитания для роботов-пылесосов был проведён ряд испытаний с современными аккумуляторными батареями, таких как Li-Ion, Li-Pol, Li-Fe-Po<sub>4</sub>. Были получены следующие результаты (Таблица 1):

Таблица 1 – Сравнительная характеристика элементов питания

	Li-Ion	Li-Pol	Li-Fe-Po <sub>4</sub>
Максимальное напряжение, В.	4,23	4,23	3,0-3,3
Минимальное напряжение, В.	2,5-3,0	2,0-2,2	2,0-2,2
Число рабочих циклов	600	800—900	2000-7000
Саморазряд при комнатной температуре, % в месяц.	3	2	3-5
Диапазон рабочих температур, °С.	-0 ... +60	-20 ...+40	-15 ... +60
Ср. цена за батарею емкостью 1Ач, ном. напряжением 3,6 В, \$.	6,5	6,2	10,4

На данный момент на основе разработанного прототипа робота-пылесоса проводятся исследования для выявления требований к двум автономным мобильным сервисным платформам, которые выполняют одну задачу в разных условиях. Первая используется в жилых помещениях и офисных зданиях в стандартных условиях эксплуатации. В данных ситуации важным критерием для выбора является лишь цена элемента питания, так как зоны, требующие обслуживания, являются небольшими, значит, большая емкость не требуется. Выгодным вариантом в данном случае станет Li-Ion аккумулятор.

## ПРОГРАММА-ТЕСТ ДЛЯ ДОПУСКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Студент гр. 113459 Остапенко Б.В., студент гр. 113451 Батура А.М.  
Ст. преп. Куклицкая А.Г.

Белорусский национальный технический университет

Внедрение новых технологий в процесс обучения положительно сказывается на успеваемости студентов. Это позволяет более рационально использовать время, что позволяет студентам уделять больше внимания практической стороне.

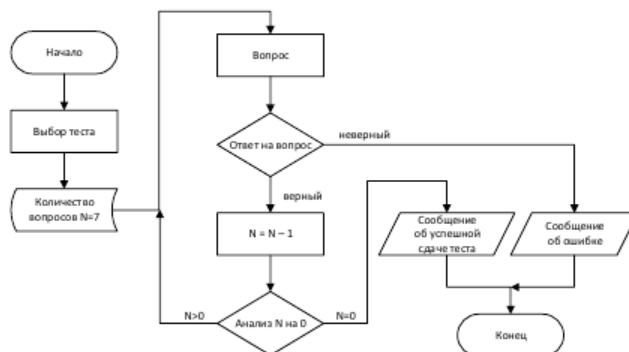


Рисунок 1 – Алгоритм работы программы

Программа-тест на языке C++, алгоритм работы которой приведен на рисунке, позволяет ускорить процесс контроля знаний по каждой из лабораторных работ в рамках курса “Технические средства неразрушающего контроля”. Программа включает в себя шесть тестов, каждый из которых, в свою очередь, состоит из семи вопросов, которые подобраны таким образом, что если студент успешно справляется с тестом, то можно говорить о том, что он имеет достаточный уровень теоретической подготовки для выполнения практической части лабораторной работы. Каждый из вопросов содержит три варианта ответа, среди которых имеется лишь один верный. Ответ на каждый следующий вопрос возможен лишь в том случае, когда студент безошибочно справляется с предыдущим. При неправильном ответе на вопрос программа выдаёт сообщение об ошибке и может быть повторно запущена только администратором, что не позволяет студенту использовать несколько попыток прохождения теста, не подготовившись дополнительно. При каждом новом запуске теста последовательность вопросов изменяется случайным образом, что исключает возможность подсмотреть номера правильных ответов у соседа.

## СВЕТОДИОДНЫЙ УПРАВЛЯЕМЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬ

Студенты гр. 113459 Остапенко Б.В., Сенченко И.В.  
Канд. техн. наук, доцент Савёлов И.Н., ст. преп. Исаев А.В.  
Белорусский национальный технический университет

Необходимость разработки специализированных осветительных приборов, отличающихся компактностью, экономичностью, возможностью задания различных режимов функционирования и длительным временем автономной работы, возникает из потребностей горнодобывающей промышленности, медицины, служб по чрезвычайным ситуациям, а также рядовых потребителей.

На основании конструкции, приведенной в [1] была разработана функциональная схема осветителя, представленная на рисунке. В качестве осветительных элементов используется три сверх ярких светодиода, величина светового потока каждого из них составляет 60 Лм0,5W5630 российского производства. Для управления питанием светодиодов используется LED-драйвер. Для управления интенсивностью светового потока используется ёмкостная кнопка, соединенная с микроконтроллером (МК), который задает определенный уровень интенсивности светового потока с помощью ШИМ.

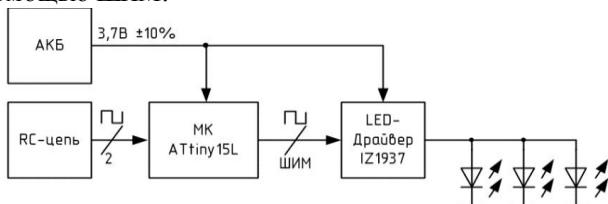


Рисунок 1 – Функциональная схема светодиодного управляемого осветителя

Таким образом, была разработана конструкция и конструкторская документация светодиодного управляемого осветителя с гибким регулированием светового потока с помощью одной кнопки, обладающего следующими преимуществами перед конкурентами высокой степенью защищенности, низкой стоимостью, возможностью использования как в стационарном режиме (с помощью кронштейна), так и в полевых условиях.

### Литература

1. Савёлов И.Н., Сенченко И.В. Осветитель / Новые направления развития приборостроения. Материалы 6-й Международной студенческой научно-технической конференции. – Мн: БНТУ, 2013.



## КОНТРОЛЬ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ КОЛЬЦЕВЫХ ЛАЗЕРОВ В НАВИГАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВАХ

Студент гр. 113459 Остапенко Б.В.

Ст. научн. сотр. Оксенчук И.Д., ст. преп. Куклицкая А.Г.

Белорусский национальный технический университет

Тепловой контроль кольцевых лазеров позволяет осуществлять оптимизацию выбора и компоновки элементов конструкции навигационных устройств на основе кольцевых лазеров. Контроль проводился с помощью компьютерного термографа ИРТИС-2000МЕ.

При исследовании тепловых режимов кольцевого лазера была отработана методика контроля, включающая следующие операции:

- регистрация термограммы до включения кольцевого лазера;
- регистрация термограммы после прогрева лазера в течение 25 минут;

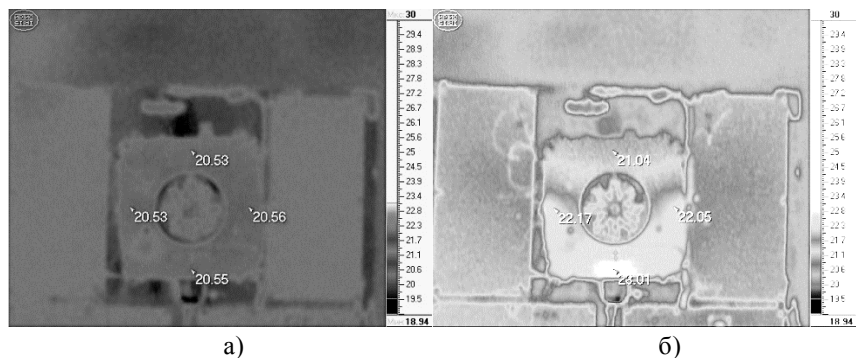


Рисунок 1 – Термограммы кольцевого лазера: а) до включения, б) после 25 минут работы

Приведенные на рисунке термограммы показывают, что область наибольшего разогрева кольцевого лазера находится в районе катода и анодов, служащих для возбуждения лазера. Наличие выраженного разогрева свидетельствует о неправильном выборе элементов и неудачной их компоновке. Анализ термограмм позволяет определить пути дальнейшей оптимизации конструкции навигационного устройства на кольцевых лазерах.

## **УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Студент гр.113459 Петровская Т.В.

Канд. техн. наук Ризноокая Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

Колесные пары вагонов работают в тяжелых условиях эксплуатации, подвергаясь резко переменным нагрузкам, что способствует зарождению и развитию в их элементах усталостных трещин. Наиболее вероятно появление трещин в подступичной части и в районе галтелей. Трещины, являясь сильными концентраторами напряжений, развиваются поперек оси, обычно неравномерно по всей ее окружности.

Дефекты в деталях колесных пар обнаруживают при помощи неразрушающих методов контроля. Целью работы являлось выбор метода контроля и приборов, необходимых при контроле деталей колесных пар.

Наиболее эффективным в заводских условиях и на территории депо является ультразвуковой контроль. Он основан на способности ультразвуковых волн глубоко проникать в толщу металла и отражаться от дефектов. Ультразвуковой контроль деталей колесной пары более безопасный из методов неразрушающего контроля [1–2].

В качестве прибора для контроля был выбран ультразвуковой дефектоскоп «Пеленг» УД2-102 специализированной версии 6.42, который разрешен в соответствующей документацией на железнодорожном транспорте. Он является одним из последних достижений отечественной промышленности, отличается достаточно гибкой системой программирования операций контроля на базе типовых вариантов, надежностью в эксплуатации, удобством управления и набором дополнительных сервисных функций, которые позволяют повысить производительность за счет использования типовых настроек, создания, запоминания их.

В ходе работы была разработана методика контроля проведения контроля и составлена технологическая карта ближней подступичной части оси и в районе галтелей. В целях снижения отказов колесных пар в эксплуатации, продления срока службы было разработано внедрение новых технических средств, исключающих влияние человеческого фактора на качество ремонта.

### **Литература**

1. Методы акустического контроля металлов. Под ред. Н. П. Алешина. М.: Машиностроение, 1989. – 270 с.
2. Контроль технического состояния деталей вагонов .Р. А. Ахмеджанов / Омская гос. акад. путей сообщения. Омск, 1996. – 330 с.

## **МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ТЕНЗОРЕЗИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СИЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Студент гр. ПМ-01 Писанецкий М.О.

Ст. преп. Зайцев В.Н.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Многокомпонентные измерительные преобразователи силового воздействия режущего инструмента на детали при их обработке на станках, которые серийно изготавливались во второй половине двадцатого века, морально и технически устарели. Стандартное решение при создании таких измерителей - применение множества (до 24) однокомпонентных тензорезистивных силоизмерительных преобразователей с дальнейшим аналоговым суммированием их выходных сигналов на уровне полных или полу мостовых цепей. На ряду с такими недостатками как сложность конструкции, низкая технологичность сборки и настройки, низкая надежность, такие проектные решения имеют ограничения по метрологическим характеристикам – существенная нелинейность преобразования и взаимная чувствительность каналов. Проанализированы информативные упругие конструкции в виде призматических, цилиндрических и трубчатых стержней при нагружении их пространственной системой сил и моментов. Показано, что рассмотренные погрешности носят методический характер.

Для построения современных многокомпонентных измерителей силовых воздействий предлагается использовать монолитные упругие чувствительные элементы с произвольным расположением тензорезисторов, организации необходимого количества цифровых каналов, цифровой обработки сигналов по каждому каналу и алгоритмическому суммированию цифровых сигналов совокупных измерений для выбранного количества компонентов силового воздействия. Основным критерием построения системы уравнений совокупных измерений является инвариантность показаний по каждому из измеряемых параметров от интенсивности силовых воздействия по другим координатам.

Приведен пример решения трех основных задач создания пятикомпонентного преобразователя трех ортогональных проекций усилия и двух проекций моментных воздействий на эти оси. При решении задачи анализа построена невырожденная система уравнений, коэффициенты которой определяются при решении задачи синтеза -идентификации. Показаны процедуры решение обратной задачи – задачи измерения и проанализированы относительные погрешности измерения каждой из компонент, которые обусловлены допускаемыми упрощениями при построении модели этапа анализа, точности аппаратных средств и мер задаваемых воздействий этапа идентификации.

**ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УСИЛЕНИЕ И КИНЕТИКА ФОТОТОКА  
В ГЕРМАНИИ, КОМПЕНСИРОВАННОМ ГЛУБОКИМИ  
МНОГОЗАРЯДНЫМИ ПРИМЕСЯМИ В ИНЖЕКЦИОННЫХ  
РЕЖИМАХ ПИТАНИЯ**

Студент гр. 113450 Римар Т.И.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Шадурская Л.И.

Белорусский национальный технический университет

Матричные фоторезистивные структуры на основе германия, компенсированного медью и платиной, никелем, золотом, железом могут быть эффективными фотоприемниками, формирующими изображение объектов в инфракрасной области спектра. Обращается внимание на то, что успех их применения зависит от оптимизации рекомбинационных свойств многозарядной примеси, примесного состава и режима питания. Поскольку видеодетекторы обычно работают в режиме накопления заряда, когда каждый элемент матрицы полезно используется в течение всего времени кадра, то в работе анализируются и сравниваются между собой два возможных способа их реализации: путем многополярной или двойной инжекции.

В работе приведены результаты исследований фотоэлектрического усиления и кинетики фототока (при включении напряжения и света) германиевых фоторезистивных структур  $n^+-n-n^+$  и  $p^+-n-n^+$ , компенсированных медью. Показано, что для обоих режимов характерно начальное крючкообразное нарастание тока при включении напряжения, перерастающее в S-образное переключение при двойной инжекции. Отмечается, что внутреннее фотоэлектрическое усиление превышает его величину для случая омического режима токов соответственно на один и два порядка для монополярной и двойной инжекции. Количественные характеристики динамики установления тока и внутреннего усиления анализируются на основании неравновесной статистики рекомбинации в германии с медью. Формулируются рекомендации по комбинированному режиму питания прибора для снижения его инерционности.

Сочетание подачи импульсного и постоянного напряжения на образцы позволяет повысить фоточувствительность. При сравнении характеристик  $n^+-n-n^+$  и  $p^+-n-n^+$  структур предпочтение отдается последним, ввиду простоты реализации режима двойной инжекции носителей заряда.

## КОНТРОЛЬ ДИСЛОКАЦИЙ И ОСТАТОЧНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МОНОКРИСТАЛЛАХ

Магистрантка Ромашко Е.С.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Шадурская Л.И.

Белорусский национальный технический университет

Элементарные полупроводники — германий, кремний и структуры на их основе являются объектами интенсивных исследований с целью открытия новых и совершенствование существующих твердотельных электронных устройств.

Целью данной работы является разработка методов контроля дислокаций и остаточных примесей в полупроводниковых монокристаллах по времени жизни неравновесных носителей заряда и их рекомбинационным характеристикам.

Электрическая активность дислокаций, как правило, отрицательно сказывается на свойствах полупроводниковых приборов, например, вызывает преждевременный пробой в областях прибора, где дислокация пересекает  $p-n$ -переход. Дислокации оказывают существенное влияние и на время жизни свободных носителей. В чистых кристаллах нередко именно они ограничивают времена жизни неравновесных носителей заряда [1].

Фазовая методика определения  $\tau$  не требует знания параметров полупроводникового материала и это существенно повышает точность измерений [2].

В ходе исследования проведен обзор механизмов, формирующих наличие и образование остаточных примесей и дислокаций на основе Ge и Si, присутствие дислокаций в Ge и Si и их влияние на рекомбинационные характеристики, характеристики приборов на их основе.

Рассмотрены и проанализированы такие методы как метод селективного химического травления, метод декорирования дислокаций, методы рентгеновской дифракции.

Применяемые методы выявления дислокаций обладают достоинствами и недостатками, присущими каждому из методов, но в целом позволяют с высокой достоверностью оценивать количественно величину плотности дислокаций и их распределение в монокристаллах.

### Литература

1. Случинская, И.А. Основы материаловедения и технологии полупроводников / И.А. Случинская - М.: Мир, 2002. — 376 с.
2. Тумелевич, Е.Г. Новые направления развития приборостроения / Е.Г. Тумелевич. – Мн.:БНТУ, 2012.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО С БАЗОЙ ДАННЫХ «ОЧЕРЕДЬ НА ЖИЛЬЁ»**

Студент группы 113021 Русакевич А.В.

Канд. физ.-матем. наук, доцент Кривицкий П.Г.

Белорусский национальный технический университет

Разработана компьютерная программа - автоматизированное рабочее место с базой данных, содержащей информацию о гражданах, находящихся в очереди на улучшение жилищных условий. Программа позволяет создавать и поддерживать список очередников на получение и улучшение жилья: дата поступления в фирму, дата подачи заявления, состав семьи, жилищные условия на дату подачи заявления, льготы на дополнительную площадь, внеочередное и первоочередное улучшение, пожелания на район и другие. Реализованы функции распределения получаемого муниципального жилья: удовлетворение подходящих очередников, переселение следующих в освободившиеся квартиры. Имеются такие функции, как добавление заявителей и удаление выбывших и удовлетворенных.

Программа разработана в среде программирования С+Builder и представляет собой оконное Windows-приложение. В момент запуска пользователем считываются настройки программы. Программа представлена в графическом виде. При запуске .exe файла открывается окно.

Затем пользователь может выбрать одно из предложенных действий: ввод новой информации в базу данных, редактирование уже имеющейся информации, поиск информации по заданным параметрам, удаление информации, выйти из программы.

Программа удобна тем, что в любой момент можно открыть сохраненный файл с результатами. Она представляет собой законченный программный продукт, пригодный для опытной эксплуатации. Разработка и апробация программы выполнена в рамках курсового проектирования. Она заинтересует пользователей, которым необходимо систематизировать большой объем информации. Разработанная программа может служить основой для создания расширенного функционально полного автоматизированного рабочего места очередников на жилье, которое будет обеспечивать все потребности пользователя.

## **РАЗРАБОТКА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО СЕРВЕРА НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ**

Студент гр. ПГ-32М (магистрант) Свердлов Р.Ю.

Д-р техн. наук, профессор Бурау Н.И.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Для мониторинга состояния инженерных сооружений (многоэтажные дома, хранилища, резервуары с опасными веществами, мосты, памятники архитектуры) разрабатываются многоканальные информационные диагностические комплексы. Многоканальность подразумевает получение информации с оптимального числа датчиков (их количество варьируется в зависимости от объекта) для анализа их сигналов и принятия решения о состоянии объекта. Такие системы устанавливаются стационарно на объекты контроля и позволяют оценить техническое состояние и сделать выводы о возможности дальнейшей эксплуатации сооружения.

Для надежной и качественной работы системы диагностики на отдельно взятом объекте устанавливаются требования к ее характеристикам, следовательно, и к отдельным блокам системы. Для этого нужно знать характеристики и возможности разных типов оборудования, которое входит в блоки диагностического комплекса.

Одним из составляющих системы является подсистема управления и принятия решений - диагностический сервер. Основными задачами диагностического сервера есть организация диагностического процесса: получение информации; анализ и определение диагностических признаков; принятие решения о состоянии объекта; визуализация; прогнозирование состояния.

В зависимости от объекта контроля, системы диагностики можно классифицировать на такие: системы контроля допустимости и аварийной защиты; индикаторы состояния объекта контроля; системы мониторинга; системы диагностики; исследовательские системы.

Поскольку система включает в себя большое число датчиков, то важным является вопрос о выборе элементов для блока диагностического сервера. Существуют два наиболее распространенных решения. Первое - это использование вычислительных возможностей ПК/ноутбука, для этого данные с датчиков подаются через внешний блок АЦП/ЦАП на компьютер. Второе - это обработка данных с помощью микроконтроллеров, поскольку последние модели имеют большое быстроедействие и вычислительные возможности.

## ДИФРАКЦИОННО-ВРЕМЕННОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ ВЗАМЕН РАДИОГРАФИИ

Студент гр. 113459 Сенченко И.В.

Ст. преп. Куклицкая А.Г.

Белорусский национальный технический университет

Метод ToFD основан на взаимодействии ультразвуковых волн с краями несплошностей. Это взаимодействие приводит к излучению дифракционных волн в широком диапазоне углов. Обнаружение дифракционных волн позволяет установить наличие несплошности. Время прохождения регистрируемых сигналов является мерой оценки высоты несплошности, тем самым позволяя измерить дефект. Размер несплошности всегда определяется временем прохождения дифракционных сигналов. Данный метод позволяет с высокой точностью провести контроль сварных соединений. Контроль проводился с помощью прибора USM Vision (GE).

В ходе изучения метода ToFD была разработана методика проведения контроля, а также был проведён опыт и последующее сравнение и анализ результатов контроля с помощью метода ToFD и радиографии.

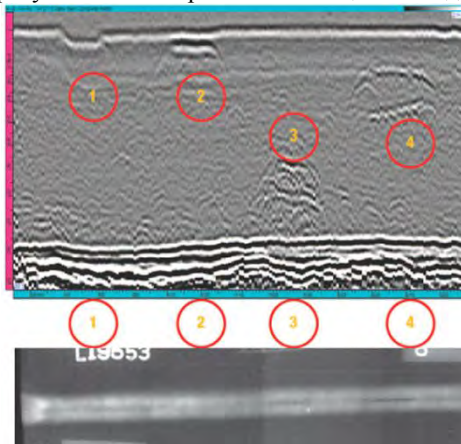


Рисунок 1 – Сравнение результатов контроля сварного соединения методом ToFD и с помощью радиографии

Из рисунка видно, что выходящая на поверхность сварного шва трещина (1) не была выявлена с помощью радиографии. Также следует отметить что в отличие от радиографии – метод ToFD позволяет получить информацию о глубине залегания дефекта и его высоте - т.е. даёт представление о местах расположения несплошностей в сварном соединении.

На сегодняшний день дифракционно-временной метод (ToFD) является передовым ультразвуковым методом неразрушающего контроля.



## **УСТРОЙСТВО БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ**

Студент гр. 113020 Скоробогатов Д.В.

Ст. преп. Исаев А.В.

Белорусский национальный технический университет

Одним из основных причин потери информации являются сбои и помехи в электросетях. Это особенно актуально в нашей стране, где помехи в сетях возникают постоянно. Помимо потери данных, низкое качество электропитания может привести к физическим поломкам техники, поэтому на помощь приходят источники бесперебойного питания, которые могут работать долгое время в отсутствии или скачках напряжения в сети.

Результатом работы было спроектировано устройство бесперебойного питания типа offline систем безопасности.

Данный прибор спроектирован на современном микроконтроллере, а именно STM32F1030RBT6. Данный микроконтроллер обеспечивает полную стабильность на всем протяжении времени эксплуатации устройства и быструю обработку данных.

Принцип работы устройства следующий: если напряжение которое подается на прибор, находится в пределах нормы, то нагрузка питается от первичной сети. Если же сеть отсутствует, или выходит за пределы нормы, микроконтроллер переключает нагрузку на питание от батареи до тех пор, пока напряжение не появится или не станет стабильным.

Важной отличительной особенностью от других аналогов является то, что данное устройство способно показывать на ЖК-экране текущее напряжение и быстрое время переключения, что практически не сказывается на импульсных источниках питания.

Данное устройство может применяться не только в системах безопасности. Оно может служить как источник питания компьютеров, приборов, серверов и другой аппаратуры.

## СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Студент гр. ПБ-81м (магистрант) Скороход А.А.  
Канд. техн. наук, доцент Шевченко В.В.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Вопрос надежности и эффективности процесса механообработки при автоматизированном производстве был и остается актуальным в настоящее время. Решение этого вопроса невозможно без использования систем контроля процесса обработки, а именно диагностики работоспособности режущего инструмента. От работоспособности режущего инструмента зависит качество получаемой детали и в целом надежность процесса механической обработки. В процессе резания рабочие поверхности режущего инструмента подвергаются воздействию различного рода нагрузок, что приводит к уменьшению стойкости режущего инструмента.

Управление интенсивностью износа режущего инструмента и его оперативная диагностика играет большую роль при проведении оптимизации технологического процесса механической обработки деталей в условиях автоматизированного производства.

Использование системы диагностики, которая основана на измерении сигнала акустической эмиссии и мощности резания, позволяет более детально анализировать процесс резания, и дает достаточно информации для оценки работоспособности режущего инструмента, а также позволяет оценить остаточную стойкость инструмента.

Использование двух показателей, которые несут информацию о процессе резания, в частности о состоянии режущего инструмента, позволяет исключить непредвиденные сбои в системе диагностики, а также снизить вероятность неправильной оценки работоспособности инструмента и неверных действий системы автоматизированного контроля процесса обработки.

Для применения системы диагностики работоспособности режущего инструмента, на основании сигнала акустической эмиссии и мощности резания, не необходимости в конструктивном изменении технологически-обрабатывающих систем, что делает ее легко встраиваемой в производство. Использование такой системы позволяет повысить надежность, точность, производительность и универсальность системы диагностики режущего инструмента, что и требует в настоящее время автоматизированное производство.

## **СИСТЕМА ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РАЗМЕРНОЙ НАСТРОЙКИ ГПС**

Студент гр. ПБ-81м (магистрант) Скороход А.А.  
Кандидат техн. наук, доцент Шевченко В.В.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Одним из основных требований к деталям приборов является высокая точность их геометрических форм и размеров, что обеспечивает надежность и бесперебойную работу прибора в целом. Для обеспечения необходимой точности деталей, необходимо, проводить высокоточную размерную настройку гибкой производственной системы (ГПС), а также ее постоянную поднастройку в процессе обработки.

На данное время существует несколько систем размерной настройки станков, но все они имеют один значительный недостаток – низкую точность регистрации координат касания.

Для повышения точности измерений и определения периодичности проведения настройки при расчетах необходимо учитывать погрешность от износа станка. Эта погрешность определяется как соотношение реального времени подведения датчика касания (ДК) к детали и рассчитанного времени подвода ДК к детали, которое можно рассчитать, зная подачу и путь, который должен пройти ДК, согласно программе обработки.

В процессе анализа измеренных координат, помимо формирования коррекционных сигналов, исходя из рассчитанной погрешности от износа станка, можно судить о том, как часто необходимо проводить поднастройку станка, что особенно актуально в случае обработки на оборудовании имеющем значительный износ рабочих органов.

Также для повышения точности регистрации координат касания, рекомендуется проводить несколько измерений одного и того же размера. Экспериментально подтверждено, что достаточно провести 3 измерения и уже на их основании определить среднее значение координат, как реально измеренные.

Рассмотренный метод повышения точности системы автоматической размерной настройки позволяет повысить точность размерной настройки ГПС, а также ее поднастройки в процессе обработки, что значительно повышает точность механообработки, а соответственно, и точность обрабатываемых деталей.

## **СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТАЛЬНЫХ БЕСШОВНЫХ ТРУБ КОМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ**

Студент гр.113459 Соколова К.И.

Канд. техн. наук Ризноокая Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

Основной задачей производителя при изготовлении стальных бесшовных труб является изготовление труб согласно техническому заданию заказчика. Одним из основных пунктов подобных заданий является указание размеров, типа и количества минимально допустимых дефектов в изделии. Задачей персонала является разработка систем контроля качества, которые обеспечат обнаружение указанных дефектов при минимальных затратах.

Целью данной работы является разработка системы контроля качества горячедеформированных бесшовных труб комплексным методом для линейно транспортируемых труб.

В горячедеформированных трубах основными дефектами являются трещины и отслоения на внутренней и наружной поверхностях, включения, которые вследствие особенностей процесса изготовления приобретают форму расслоений.

При использовании методов неразрушающего контроля для непрерывного производства, существенно ограничивается время для контроля одного объекта, следовательно, уменьшается чувствительность используемых методов. В таком случае необходимо рационально использовать взаимодополняющие методы, которые будут обеспечивать требуемую скорость и качество контроля.

Разработанная система состоит из двух этапов контроля: ультразвуковой метод контроля [1] – для контроля внутренних трещин и вихретоковый метод [2] – для контроля поверхностных дефектов.

Комплексное применение методов неразрушающего контроля для диагностики и обнаружения дефектов в стальных трубах направлено на обеспечение увеличения эффективности и достоверности контроля, продления работоспособности объекта. Также это позволяет компенсировать их недостатки и повысить надежность контроля стальных труб.

### **Литература**

1. Ультразвуковой контроль материалов. Справочник. Под редакцией проф., докт. техн. наук В.Н. Волченко. – Москва, 1991. – С. 490.
2. Петушков С.М. О повышении производительности вихретокового контроля. – В мире НК, 2006. – № 1(31). – С. 54–56.

## **КОНТРОЛЬ ВОДОНАПОЛНЕННОСТИ СОТОВЫХ ПАНЕЛЕЙ САМОЛЕТОВ**

Студент гр. ПК-02(бакалаврант) Стельмах И.В.

Канд. тех. наук, ст. преп. Галаган Р.М.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

В процессе полета вода, попавшая в сотовые панели самолета, испытывает фазовые превращения, так как температура за бортом самолета может изменяться от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Увеличение объема воды при замерзании может вызвать разрушение ячеек сотовых конструкций и отрыв обшивки. Также, наличие воды приводит к утяжелению сотовой конструкции, увеличивая тем самым взлетный вес, и снижает прочность панелей. Необходимость оценки массы воды, которая находится в сотовых панелях, обусловлена тем фактором, что в настоящее время технологически нецелесообразно и невозможно удалить всю воду из конкретного самолета, поэтому необходимо применять соответствующий критерий отбраковки по массе воды в отдельных участках для своевременного принятия решения о ремонте сотовой панели [1].

На сегодняшний день для оценки воды в сотовых панелях самолетов лучшим является сочетание ультразвукового (УЗНК) и теплового (ТНК) методов неразрушающего контроля. Несмотря на увеличение затрат на оборудование, эта комбинация двух методов с достаточной точностью позволяет рассчитать массу воды, находящейся в сотовых панелях. Масса воды определяется как произведение высоты столбика воды (полученной по результатам УЗНК) на площадь тепловой аномалии (полученной по результатам ТНК).

На данный момент требуют исследования вопросы разработки специализированного программного обеспечения, которое поможет упростить операции по созданию отчетов и обработке полученных данных при проведении контроля (создание панорамных изображений, хранения термограмм, стандартная обработка термограмм, автоматизация оценки массы воды на основании результатов обследований). Для этих целей можно использовать программные пакеты MATLAB или LabView, возможности которых позволяют выполнить широкий спектр операций по обработке данных, полученных в ходе проведения контроля.

### **Литература**

1. Нестерук Д.А. Особенности применения теплового метода неразрушающего контроля для обнаружения и оценки массы воды в сотовых панелях авиационной техники / Д.А. Нестерук, В.П. Вавилов // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – т. 307 (№6). – С. 62–65.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОЖАРА В ПОМЕЩЕНИИ

Студенты гр.113010 Стукалова Е.С., Сацута Т.А.

Д-р физ.-мат. наук Невдах В.В.

Белорусский национальный технический университет

Целью настоящей работы было компьютерное моделирование начальной стадии стационарного пожара в жилой комнате при наличии и отсутствии вентиляционного отверстия. Исследовалось влияние таких факторов как мощность тепловыделения, массовая скорость горения, наличие вентиляции на динамику пространственного распределения температуры, дыма и давления в жилой комнате.

Моделирование осуществлялось с помощью специальной программы FDS (Fire Dynamics Simulator) [1]. Результаты моделирования отображались программой визуализации Smokeview [2]. С помощью графического интерфейса PyroSim была создана модель жилой комнаты с внешними размерами стен  $4.2 \times 3.7 \times 2.6$  м. В расчетной сетке использовались кубические ячейки с ребром 0.1 м. Выходными величинами моделирования были температура воздуха, величины задымления и тепловыделения, а также давление.

В докладе обсуждаются полученные зависимости температуры, задымления воздуха, давления в различных точках комнаты от времени продолжения пожара, пространственные распределения этих величин в различные моменты времени после начала пожара.

Результаты моделирования могут найти практическое применение при проектировании эффективных систем пожарной сигнализации и для правильного выбора безопасных путей эвакуации из комнаты.

### Литература

1. McGrattan, K. Fire Dynamics Simulator (Version 5). / K. McGrattan, H. Baum, R. Rehm, W. Mell, R. McDermot, S. Hostikka, J. Floyd // Technical Reference Guide. NIST Special Publication 1018-5, February 2009.
2. Forney, G. / G. Forney // User's Guide for Smokeview Version 5 – A Tool for Vizualizing Fire Dynamics Simulation Data. NIST Special Publication 1017-1, August 2007.

## СИСТЕМЫ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЖИЛОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Студент гр.113010 Стукалова Е.С.

Канд. техн. наук, доцент Кривицкий П.Г.

Белорусский национальный технический университет

**Проблематика.** Данная работа направлена на рассмотрение и изучение различных видов и конструкций автономных систем освещения.

**Назначение данной системы.** Во включенном состоянии система определяет наличие в помещении человека, и в случае недостаточного естественного освещения, включает искусственное. Через заранее определенный промежуток времени система повторно проверяет наличие человека, и если он отсутствует, система отключает освещение. Включение системы осуществляется сенсорным способом.

### **Использованная методика.**

Данная система должна работать в трех режимах, а именно:

1 режим: Ожидание. В этом режиме движения нет, и система каждую секунду проверяет сенсорный выключатель.

2 режим: Автоматический режим. В этом режиме система автоматически определяет наличие человека, освещенность и, исходя из этих факторов, создается функция включения и отключения системы.

3 режим: Ручной режим. В этом режиме система проверяет состояние сенсорного выключателя, и если поступил сигнал включения – система включает освещение.

**Полученные научные результаты и выводы.** В ходе работы была разработана система, состав которой: ИК датчик движения, датчик освещенности, светодиоды, драйвер светодиодов, способ обработки сигналов датчика – цифровой; МК – MicroChip, сенсорный выключатель (сенсорный датчик).

**Практическое применение полученных результатов.** Система освещения жилого помещения используется для освещения помещений общего пользования – лестничных площадок, коридоров, лифтов и лифтовых холлов, подвальных помещений.

## ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА

Студент гр.113431 Судиловская К.А.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Зуйков И.Е.

Белорусский национальный технический университет

Ультразвуковые анемометры принадлежат к новому поколению высокоточных датчиков, измеряющих скорость и направление ветра. Они позволяют измерять одну, две проекции скорости воздушного потока, либо его полный вектор. В отличие от механических анемометров ультразвуковые датчики не имеет движущихся частей, благодаря чему не требует обслуживания. Кроме того, они характеризуются практически полным отсутствием инерции. Ультразвуковые анемометры находят применение во всех сферах, где особенно важны высокое качество данных, долговременная надежность и быстродействие измерительных систем [1].

В докладе приведены результаты разработки ультразвукового анемометра, полученные при выполнении курсового проектирования по дисциплине «Физические основы измерений».

Предложенная схема анемометра приведена на рисунке 1.

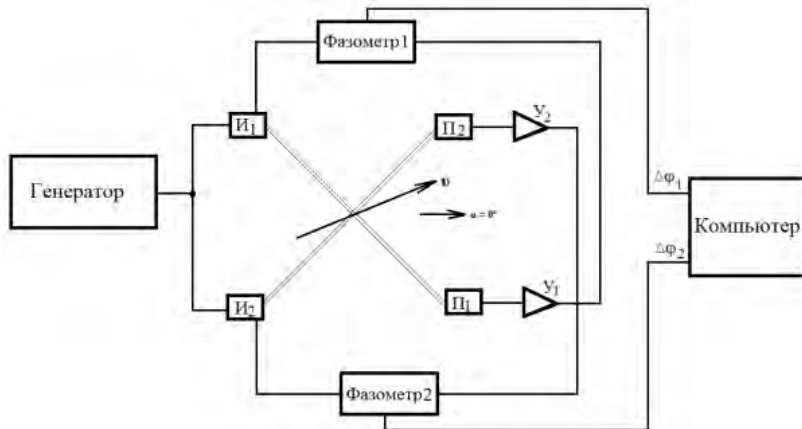


Рисунок 1 – Схема ультразвукового датчика, измеряющего скорость и направление ветра

В соответствии с ней, высокочастотное напряжение с выхода импульсного генератора поступает на пьезоэлектрические излучатели И1, И2 и возбуждает их. Ультразвуковые колебания проходят через



воздушную среду и поступают на приемники П1 и П2. Из-за эффекта Доплера будут наблюдаться фазовые сдвиги колебаний поступающих на приемники П1 и П2, которые будут зависеть как от расстояний между источниками и приемниками, так и проекций скорости воздушного потока на направления распространения ультразвука [2].

Фазометр 1 сравнивает исходную фазу ультразвукового колебания, поступающего с излучателя И1, и фазу с усилителя У1. В результате этого получается некоторое значение сдвига фазы  $\Delta\varphi_1$ , которое может использоваться для вычисления соответствующей проекции скорости воздушного потока. Аналогичным образом измеряется сдвиг фазы  $\Delta\varphi_2$ .

На основании полученных значений  $\Delta\varphi_1$  и  $\Delta\varphi_2$  в компьютере проводится вычисление скорости и направления ветра.

В связи с тем, что в Республике Беларусь движение ветра во время урагана не превышает 23 м/с, для рассматриваемого датчика был выбран диапазон измеряемых скоростей  $v = 0..28$  м/с. Кроме того, данный ультразвуковой анемометр производит измерения направления ветра во всей горизонтальной плоскости, то есть  $\alpha = 0..360^\circ$ . Следует также отметить, что генерирование ультразвуковых импульсов производится с частотой 25 кГц.

На основании приведенных данных было выбрано расстояние между излучателями И1, И2 и приемниками П1, П2 равное  $L = 0,15$  м и вычислены абсолютные погрешности измерения скорости  $dv = 0,0162$  м/с и направления ветра  $d\alpha = (0,816 \cdot 10^{-3})^\circ$ .

### Литература

1. Балдев, Р. Мир физики и техники: применение ультразвука / Р. Балдев, В. Ранджендран, П. Паланичами: Пер. с англ. А. Ширшова. – М.: Техносфера, 2006. – 576 с.
2. Хансуваров, К.И. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара / К.И. Хансуваров – М.: Издательство стандартов, 1990. – 287 с.

## **СИСТЕМА ОХРАНЫ ДИСТРИБУЦИОННО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА С РАЗРАБОТКОЙ СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ**

Студент гр. 113019 Сытько О.А.

Ст. преп. Владимирова Т.Л.

Белорусский национальный технический университет

Телевизионная система замкнутого типа, предназначенная для получения телевизионных изображений (со звуковым сопровождением или без него), служебной информации и извещений о тревоге с охраняемого объекта.

Обязательными для всех систем являются следующие функциональные характеристики: телевизионный анализ изображений с помощью одной или нескольких ТК; синтез телевизионных изображений, полученных от всех ТК; сопровождение цели; приоритетное отображение тревожных событий; сигнализация о несанкционированных действиях.

Системы контроля и управления доступом (СКУД) представляют собой сегмент безопасности стоящий несколько особняком в ряду остальных средств и систем отрасли. Эффект максимально полной отдачи от СКУД может наступить только при вхождении СКУД в общую систему управления/контроля на предприятии.

В связи с тем, что СКУД функционирует в отличие от системы охраны в течение всех суток, при грамотном проектировании она может обеспечить решение ряда задач системы охраны. При практической реализации наиболее часто возникает проблема своевременного информирования службы охраны объекта о ситуациях связанных с несанкционированным доступом в зоны или помещения объекта. При этом сотрудник службы охраны должен четко представлять, где именно происходит несанкционированное действие и однозначно определять его вид («взлом двери», «доступ чужой картой» и т.д.).

Совместимость — необходимый, но недостаточный фактор, объединяющий различные устройства в систему. Набор более-менее случайно расположенных телекамер еще не является системой. Эффективная система теленаблюдения должна строиться на основе тщательно продуманной концепции защиты объекта. В ней должны быть четко определены задачи, которые призвано решать СОТ при обеспечении безопасности. Телевидение может использоваться совместно с системой управления доступом для повышения эффективности контрольно-пропускных функций. Например, при проходе через КПП с низким трафиком и отсутствием оператора можно дистанционно устанавливать личность человека по хранящейся в базе данных фотографии.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ

Студент Тесленко В.Ю.

Канд. техн. наук Подолян А.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Магнитные системы ЭМА датчиков аппаратуры неразрушающего контроля должны обеспечивать адаптивную регулировку магнитной индукции в контролируемом объекте с целью выбора ее оптимального значения [1]. Более перспективным является применение магнитопроводов с постоянными магнитами и регулируемым воздушным промежутком. При этом воздушный промежуток может меняться путем вращения магнита (рис.1а) [2].

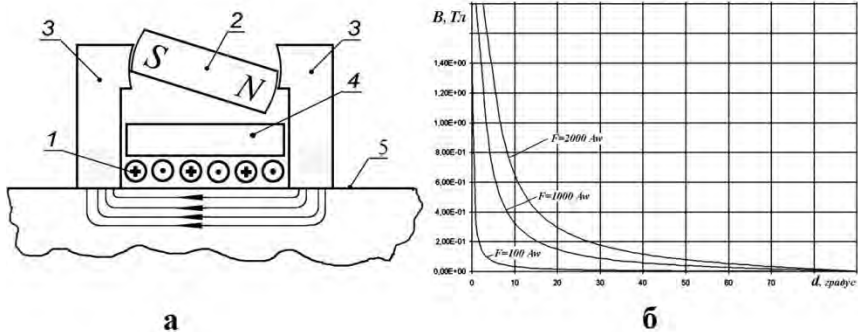


Рисунок 1 – Структурная схема ЭМА преобразователя с вращающимся магнитом (а) 1 – проводник; 2 – магнит; 3 – магнитопроводы; 4 – крепёж; 5 – поверхность объекта контроля и График зависимости магнитной индукции  $B$  от угла поворота  $\alpha$  магнита (б)

Полученные зависимости (рис.1б) показали теоритическую возможно использовать в качестве источник магнитного поля в ЭМА преобразователях вращающегося магнита.

### Литература

1. Сазонов Ю.И., Шкарлет Ю.М. Исследование бесконтактных методов возбуждения и регистрации ультразвуковых колебаний: Ультразвуковые методы контроля // Дефектоскопия. – 1969. – №5. – С. 2.
2. Pat. JP 2004177267 A, G01N29/04; Publication Dates Range: 24-Jun-2004, Filing Dates Range: 27-Nov-2002.

## СИСТЕМА КОНТРОЛЯ АДГЕЗИИ МАЯТНИКОВЫМ МЕТОДОМ

Студент гр.113459 Тимохова Т.В.

Канд. техн. наук Ризноокая Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

Изучению состояния поверхности твердых тел в настоящее время уделяется все больше внимания. Проводятся широкие исследования сил взаимодействия тел при их взаимном контакте на малых участках поверхности. Основным механизмом возникновения связей между поверхностями является механизм адгезии.

Целью данной работы является разработка системы контроля контактной адгезии маятниковым методом.

Маятниковый метод заключается в измерении зависимости амплитуды колебаний физического маятника  $a$  от времени  $t$ , опирающегося двумя шариками на исследуемую поверхность, и аппроксимации полученных данных уравнением, в соответствии с предложенной феноменологической моделью [1]. Согласно данной теории можно рассчитать поверхностную плотность  $\sigma$  работы адгезии по следующей формуле

$$\sigma = \frac{A_0(\varphi)}{2S(\varphi)} = \frac{mgc}{4a}$$

где  $A_0(\varphi)$  – работа момента трения,  $S(\varphi)$  – площадь, на которой происходит отрыв обоих шариков при повороте маятника,  $m$  – масса маятника;  $g$  – ускорение свободного падения;  $a$  – радиус пятна контакта.  $c$  – постоянная аппроксимации.

В ходе выполнения данной работы был проведен эксперимент. В измерительном устройстве использовался маятник массой 1,256 кг с шариками радиусом 5 мм. Эксперименты проводились на оптическом стекле К8 с различными жидкостями для очистки поверхности (спирт, аммиак, керосин, ацетон). Измерения проводились с начальной амплитудой 50 угловых секунд.

Различные методы очистки поверхности влияют на зависимость амплитуды колебаний маятника от времени. Выбранная феноменологическая теория позволяет рассчитывать поверхностную плотность работы адгезии.

### Литература

1. Джилавдари, И.З. Об измерении малых моментов трения качения маятниковым методом / И.З. Джилавдари, Н.Н. Ризноокая // Метрология и приборостроение. – 2011. – №1 (52). – С. 29–32.

## **СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ И ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ЗДАНИЯ ИСПОЛКОМА**

Студент гр.313018 Ткаченко Н.В.

Канд. техн. наук, доцент Мисюкевич Н.С.

Белорусский национальный технический университет

Для здания исполкома разработан проект системы пожарной и охранной сигнализации, предназначенной для своевременного обнаружения опасных факторов пожара, и/или несанкционированного доступа, выдачи информации на пульт дежурному о текущем состоянии системы, и изменениях состояния защищенности здания исполкома: номер шлейфа, в котором извещатель зафиксировал опасный фактор пожара или проникновение (попытку проникновения). Одновременно с выдачей сигнала о пожаре автоматически отключается вентиляция и включается аварийное освещение.

Компоненты системы соединяются между собой посредством двухпроводной линии связи. Информация от всех компонентов системы пожарной сигнализации поступает на приемно-контрольный прибор пожарный (ПКПП), а компонентов системы охранной сигнализации – на приемно-контрольный прибор охранный (ПКПО).

Приборы между собой объединены в единую интегрированную систему охранной и пожарной сигнализации через процессорный модуль по линии связи RS-485. Информация о состоянии приборов и управление системой охранно-пожарной сигнализации осуществляется с помощью выносной панели управления, подключенной к процессорному модулю, через устройство доступа.

Система имеет возможность подключения других подсистем, таких как система оповещения о пожаре и управления эвакуацией, система противодымной защиты, система контроля и управления доступом и т.п.

При возникновении пожара загорается светодиодный индикатор красного цвета на панели ПКПП, а также выдается сигнал на панель управления в помещении, где находится дежурный, подается звуковой сигнал. После подтверждения сигнала «Пожар» информация передается на пункт диспетчеризации пожарной автоматики МЧС. В случае несанкционированного доступа нарушителя или группы нарушителей оповещение о тревоге выводится на пульт централизованного наблюдения подразделения охраны МВД.

Пути раннего обнаружения опасных факторов пожара и/или проникновения (попытки проникновения) в помещениях здания исполкома обеспечивается защищенность от противоправных посягательств и противопожарная защита

## **ФОРМИРОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЭМА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ**

Студент Томашук В.С.

Канд. техн. наук Подолян А.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В настоящее время широкое распространение получили ЭМА преобразователи, в которых возбуждение осуществляется совокупностью нормальных возмущений, распределенных периодически по поверхности изделия с пространственным периодом, равным длине волны [1].

Индукция магнитного поля в веществе объекта контроля может регулироваться следующими способами: изменением МДС, изменением магнитной проницаемости магнитопровода или его участка, изменением воздушного промежутка. Изменение МДС возможно при использовании в качестве источника магнитного поля электромагнита.

Более перспективным является применение магнитопроводов с постоянными магнитами и регулируемым воздушным промежутком [2]. При этом воздушный промежуток может меняться путем вращения магнита, его вертикального перемещения и подъема магнитопровода над объектом контроля. Практический интерес представляет исследование возможности использования изменения параметров магнитного поля. При управлении магнитной индукции зачастую используется магнитопровод, содержащий участки с изменяемой магнитной проницаемостью.

Проведенный анализ показал, что для формирования магнитного поля с заданными характеристиками в электромагнитно-акустических преобразователях систем неразрушающего контроля в качестве источника магнитного поля применимы как электромагниты, так и постоянные магниты.

### **Литература**

1. Глухов Н.А. Электромагнитно-акустические преобразователи для упругих волноводов. / Н.А. Глухов, В.Т. Бобров, С.В. Веремченко и др. - Дефектоскопия, 1972, №4, с. 38-45.

2. Подолян А.А. Формирование магнитного поля с заданными характеристиками в ЭМА преобразователях систем неразрушающего контроля промышленного оборудования / А.А. Подолян // Методы и приборы контроля качества. – Ив.-Франковск: Изд-во Ив.-Франковский нац.техн. ун-т нефти и газа, 2006 – Вып. 17. – С.18-21.

## УСТРОЙСТВО СИГНАЛИЗАЦИИ

Студент гр.313310 Уланов А.М.

Ст. преп. Ломтев А.А.

Белорусский национальный технический университет

Описываемое устройство предназначено для круглосуточной непрерывной охраны объектов различного назначения: дома, квартиры, дачи, предприятия. Оно передает звонки или короткие сообщения (СМС) на заданные номера в случае нарушения и/или восстановления «охранных линий». Предусмотрена возможность осуществления запросов состояния всех систем охранного блока. Устройство позволяет подключить нагрузки и управлять ими как по беспроводному каналу, так и в зависимости от значений температур термодатчиков (режим термостата).

Оно обладает исключительно большим количеством опций и настроек для удобства применения в каждом частном случае, поэтому для удобства конфигурирования предлагается программа «конфигуратор». Устройство подключается к компьютеру через USB интерфейс.

Устройство допускает подключение пассивных охранных (магнито-контактных) датчиков с нормально замкнутыми контактами, соединенными последовательно в цепь шлейфа сигнализации или датчиков с нормально разомкнутыми контактами, соединенными параллельно. Можно также использовать датчики с активным выходом до 24 В (например, объемные). Каждый канал имеет гибкую настройку режима слежения за линией.

К устройству можно подключить до 2 линий проводных датчиков (стандарт 1-Wire) с количеством датчиков на каждой линии - до 16, суммарно - до 32 датчиков. Рекомендуемая длина линии-до 50 м.

Все настройки задаются посредством специальной программы на любом персональном компьютере с интерфейсом USB. Как программное обеспечение, так и само устройство может работать с любым сотовым GSM оператором, отправлять и принимать sms-сообщения на любом языке мира.

## ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ МЕТОДОМ ОТРЫВА ЦИЛИНДРА

Студент гр. 113459 Улич Т.В.

Д-р техн. наук, профессор Джилавдари И.З.

Белорусский национальный технический университет

К поверхностным явлениям относятся явления, происходящие на границах раздела фаз. Они обусловлены тем, что состояние молекул вещества в поверхностных слоях отличается от их состояния в объеме вследствие различия состава и строения контактирующих фаз и связанного с этим различного характера межмолекулярных взаимодействий в фазах. Поверхностные явления можно не принимать во внимание, если поверхность раздела невелика (по сравнению с объемом системы). Однако, по мере увеличения поверхности, они оказывают все большее влияние на механическое и термодинамическое поведение системы в целом [1].

Одним из методов исследования поверхностных явлений на границе газ – жидкость часто используется метод измерения поверхностного натяжения этой границы раздела.

Большая часть исследований поверхностных явлений основана на измерении поверхностного натяжения индивидуальных жидкостей и растворов.



Рисунок 1 – Фотография экспериментальной установки

В данной работе разработаны метод и установка, позволяющие существенно увеличить точность и чувствительность измерения коэффициента поверхностного натяжения на основе метода отрыва полого цилиндра. Теория отрыва такого цилиндра относительно проста. На ее основе удастся получить аналитические соотношения, позволяющие проводить абсолютные измерения, т.е. измерения, не требующие калибровки по известным эталонам, и таким образом повысить

точность контроля физико-механического состояния поверхности.

### Литература

1. Практикум по коллоидной химии. Часть 1. «Поверхностные явления». Авт. Т.А. Савицкая, М.П. Шиманович. – Мн.: БГУ, 2003. –100 с.



## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА**

Студент гр. ПН-01 (бакалаврат) Фарафонова В.В.

Канд. техн. наук, доцент Маркин М.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

На данный момент нами разработан план модернизации телевизионной информационно-измерительной системы (далее - ТИВС), благодаря которому можно избавиться от такого недостатка, как стационарность. Благодаря замене стационарного ПК на одноплатный компьютер, мы также можем уменьшить общую стоимость системы. Однако, существующее программное обеспечение (ПО) разработано под x86 архитектуру и ОС семейства Windows, в то время, как мы планируем работать с ARM архитектурой и ОС семейства Linux (конкретно: Debian). В связи с этим, необходимо продумать программу и ее функции, которые в полной мере удовлетворили бы наши требования и требования конечного пользователя.

Главной идеей будущей программы является определения геометрических параметров объекта (размеров) с использованием камеры с ПЗС-матрицей. Выбранный язык программирования: C++.

Должны быть реализованы следующие функции: вывод потокового видео с аналоговой камеры на экран; кадровый захват и возможность установки реперных точек пользователем, согласно которым и будут определяться размеры объекта; проведение калибровки (для установления соответствия между количеством пикселей изображения и линейным размером объекта); расчет размеров согласно введенным данным и вывод результатов обработки программы; запись данных на диск. Пользователь взаимодействует с программой посредством сенсорного экрана. Коррекция поставленной реперной точки реализуется специальными кнопками точного управления, чем мы добиваемся уменьшения погрешности. Также должны быть предусмотрены окна настроек и управления (где можно, например, отключать цветные компоненты из полученных данных).

Таким образом, нами было разработано ТЗ для ПО измерения геометрических параметров объекта для ТИВС. Использование портативной ТИВС имеет ряд преимуществ перед уже существующими, поэтому разработка ПО для него является важной задачей.

## **СИСТЕМА ОХРАНЫ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА С РАЗРАБОТКОЙ СИСТЕМЫ ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ**

Студент гр. 113019 Филатов М.И.

Ст. преп. Владимирова Т.Л.

Белорусский национальный технический университет

Система охранной сигнализации (СОС) представляет собой сложный технический комплекс, служащий для своевременного обнаружения появления признаков нарушителя на охраняемом объекте в нерабочее время и подача извещения о тревоге для принятия мер по задержанию нарушителя; обеспечение охраны локальных охраняемых зон, при этом извещатели устанавливаются в местах возможных путей проникновения нарушителя на объект (дверные проемы, оконные проемы, места возможные разрушения стен и перекрытий); обнаружение действий со стороны нарушителя (снятие решеток с окон, разбитие стекла, открытие окна путем взлома защелки, открывание или пролом дверей, взлом защелки двери, разрушению стен и перекрытий, попытка отключить СОС); обеспечение охраны с момента активации до момента снятия с сигнализации; сбор, обработка, передача отображения и регистрация извещений о состоянии шлейфов сигнализации; сохранение работоспособного состояния при отключении сетевого источника электропитания в течение времени прерывания электропитания и обеспечение отсутствия сигналов ложных тревог при переключениях источников электропитания сети и резерва с одного на другой; обеспечение сохранности материальных и информационных (документы) ценностей путем обнаружения признаков проникновения или попытки проникновения нарушителя на территорию охраняемого объекта; оповещение подразделения Департамента охраны и пост охраны о проникновении и (или) попытке проникновения от технических средств системы охранной сигнализации, для своевременного прибытия на охраняемый объект и, в случае необходимости, принятия мер по задержанию нарушителя (группы нарушителей).

Системы контроля и управления доступом (СКУД) представляют собой сегмент безопасности стоящий несколько особняком в ряду остальных средств и систем отрасли. Эффект максимально полной отдачи от СКУД

может наступить только при вхождении СКУД в общую систему управления/контроля на объекте.

В связи с тем, что СКУД функционирует в отличие от системы охраны в течение всех суток, при грамотном проектировании она может обеспечить решение ряда задач системы охраны. При практической реализации наиболее часто возникает проблема своевременного информирования службы охраны объекта о ситуациях связанных с несанкционированным доступом в зоны или помещения объекта. При этом сотрудник службы охраны должен четко представлять, где именно происходит несанкционированное действие и однозначно определять его вид («взлом двери», «доступ чужой картой» и т.д.).

Сетевые СКУД имеют в своем составе ряд типовых автоматизированных рабочих мест (АРМ), в том числе АРМ дежурного. На данном АРМ на поэтажных графических планах объекта с использованием условных пиктограмм отображается реальная ситуация о перемещениях субъектов доступа через точки доступа по объекту.

Предлагается в службе охраны объекта разместить дополнительное АРМ аналогичное типовому АРМ дежурного имеющее специальные пиктограммы и настройки «фильтров» событий. Целесообразно также обеспечить возможность программирования реакции системы на различные тревожные ситуации. Например, открытие дверей аварийного выхода при срабатывании охранно-пожарной сигнализации.

Экономически выгодным такое решение будет тогда, когда программное обеспечение типового АРМ позволит обеспечить требуемую настройку «фильтров» событий и программирование требуемых реакций системы. Предлагается использовать программное обеспечение «Интеллект» (Россия), которое предназначено для поддержания, управления и контроля систем безопасности и жизнеобеспечения охраняемых объектов и поддерживает наиболее часто используемые в РБ системы СКУД (PERCo, СКАТ, и т.п.). Благодаря встроенному в систему языку программирования возможно «запрограммировать» поведение системы «Интеллект» в ответ на происходящие события.

## **КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ**

Студент гр. ПБ-31м (магистр) Филон М.Ю.

Канд. техн. наук, доцент Шевченко В.В.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В настоящее время сложилась такая ситуация, что развитие промышленности является одним из приоритетных задач любого государства. Использование современных систем – одна из составляющих, которая обуславливает повышение эффективности обработки материалов резанием, обеспечение высокой точности, надежности изготовления деталей и приборов. Для достижения поставленных задач используют системы контроля процесса резания на основе электрических сигналов.

Суть метода базируется на изучении динамики процесса резания, на основе анализа спектра сил в широком диапазоне, а также с учетом явлений, которые протекают в зоне стружкообразования с учетом переменных физико-механических характеристик материалов контактирующей пары инструмент-деталь.

В основу системы контроля резания положено использование датчика ЭРС, специализированного контрольно-измерительного модуля, блока управления режимами резания. Система будет работать следующим образом. В процессе обработки детали, датчик ЭРС будет снимать информацию абсолютным методом в линейных (X, Y, Z) и угловых (C) координатах, которые характеризуют геометрические параметры: размеры, форму и взаимное расположение поверхностей деталей путем обхода ее по запрограммированной траектории. Отчет о размерах в контрольных точках выполняется с помощью измерительной головки со щупом и измерительных приборов, с последующей обработкой результатов. Из датчика ЭРС информация будет поступать на контрольно-измерительный модуль, который будет обрабатывать поступающую информацию и, в зависимости от ее характера, подавать команды на блок управления режимами резания.

Таким образом, мы будем иметь информацию про износ режущего инструмента и состояние обработанной поверхности.

Это система позволит своевременно заменить изношенный инструмент и предотвратить его поломку. Также, позволит уменьшить количество отбраковок, увеличить оперативное время работы станка, уменьшить себестоимость, повысить продуктивность.

## МЕТОДИКА ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ВНУТРИ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВАНИИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ WiFi-СЕТИ

Аспирант Храбров Д.Е.

Д-р техн. наук, доцент Мурашко И.А.

Гомельский государственный технический  
университет имени П.О. Сухого

Глобальная система позиционирования не подходит для многоэтажных зданий, а значит необходимо использовать другую технологию. В то же время, большое количество организаций для предоставления доступа в интернет используют беспроводные WiFi-сети. Предлагается методика позиционирования объекта внутри организаций на основе стандарта WiFi.

Объект, снабжённый устройством позиционирования, каждый раз снимает уровни сигнала доступных точек, которые занесены в список разрешённых. Координаты точки  $Z$  получаются с помощью алгоритма взвешенного центраида (Weighted centroid) [1]. Алгоритм "Центроид" [2] представляет собой вычисление геометрического центра плоской фигуры, образованной несколькими точками доступа.

Координаты агента вычисляются как среднее арифметическое координат точек доступа. В алгоритме взвешенного центраида у каждой вершины геометрической фигуры есть свой вес. В таком случае координаты определяются по формуле:

$$\left\{ \begin{array}{l} X_0 = \sum_{i=1}^N \mu_i X_i \quad Y_0 = \sum_{i=1}^N \mu_i Y_i \\ \mu_i = \left( P_i^2 \sum_{j=1}^N \frac{1}{P_j^2} \right)^{-1} \end{array} \right. ,$$

где  $P_i$  – уровень сигнала до  $i$ -той точки доступа,  $\mu_i$  – характеристика веса, или уровень сигнала до конкретной  $i$ -той точки доступа.

В работе предложена методика позиционирования, которая предполагает возможность расчёта координат на стороне мобильного устройства, а учёт, статистика и синхронизация происходит на сервере организации.

### Литература

1. Bahl, P. Radar: An in-building RF-based user location and tracking system / P. Bahl, V. Padmanabhan // IEEE INFOCOM, Tel-Aviv, Israel. – Mar. 2000. – P. 775–784.
2. Kolodziej, K.W. Local positioning systems: LBS applications and services / K.W. Kolodziej, J. Hjelm // CRC Press. – 2006. – 445 p.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАВИТАЦИОННЫХ ЗОН В ЖИДКОСТИ С ПОМОЩЬЮ КАВИТОМЕТРА

Магистрант Челединов А.Н., аспирант Сергеев К.Л.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Толочко Н.К.

Белорусский государственный аграрный технический университет

Для повышения эффективности использования в агропромышленном производстве разнообразных жидкофазных сред, включая пищевые продукты, корма для животных, ветеринарные препараты, смазочные материалы и др., их перспективно подвергать ультразвуковой обработке – благодаря способности ультразвука оказывать интенсифицирующее влияние на протекающие в них физические, химические или биологические процессы. Механизмы этого влияния связаны, прежде всего, с акустической кавитацией, происходящей в жидкости. Поэтому в практическом отношении важно определять особенности развития кавитационных зон с учетом конкретных условий ультразвуковой обработки.

В докладе представлены результаты экспериментального исследования пространственного распределения активности кавитации  $K$ . В качестве модельной жидкости служила вода, которую заливали в цилиндрическую стеклянную емкость ультразвукового диспергатора (пьезокерамический излучатель, работающий на частоте 0,88 МГц, был встроен в дно емкости). В разных опытах объем жидкости, т.е. высоту ее столба в цилиндре  $H$ , а также мощность ультразвука  $P$  варьировали. В ходе ультразвуковой обработки измеряли значения  $K$  на разном расстоянии  $h$  от излучателя (от дна емкости). Измерения проводили с помощью кавитометра – прибора, принцип действия которого основан на анализе спектра кавитационного шума, принимаемого широкополосным гидрофоном. Кавитометр позволял измерять как полную активность кавитации, т.е. активность пульсирующих и захлопывающихся кавитационных пузырьков, так и отдельно активность только лишь захлопывающихся пузырьков.

Как показывают результаты опытов,  $K$  уменьшается с увеличением  $h$ , причем зависимость  $K(h)$  приобретает все более нелинейный характер с ростом  $H$ , а именно: на начальном этапе удаления от излучателя наблюдается все более резкое снижение кривых  $K(h)$ , затем, по мере дальнейшего удаления от излучателя, кривые  $K(h)$  снижаются сравнительно плавно. При максимальном удалении от излучателя (вблизи поверхности жидкости) активность кавитации заметно затухает, причем это затухание становится все более сильным с уменьшением  $P$  (в частности,  $K = 0$  при  $h = H$ , начиная с некоторых малых значений  $P$ ). Полученные результаты следует учитывать при оптимизации параметров ультразвуковой обработки.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ**

Студент гр. ПК-01 Черновский Т.А.

Ассистент Лашко Е.В.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Потребность в более эффективном, простом и менее дорогостоящем решении актуальной задачи ускорения обработки данных способствовала развитию распределенных вычислений и возникновению «облачных» вычислений и Грид-технологий.

«Облачные» вычисления (англ. cloud computing) - технология распределённой обработки данных, в которой компьютерные ресурсы предоставляются пользователю как Интернет-сервис с использованием веб-технологий. Грид - географически распределенная инфраструктура, объединяющая множество ресурсов различных типов (процессоры, память, системы хранения информации, сети).

Анализ англо-, русско- и украиноязычных источников показал, что в настоящее время возможности применения распределенных вычислений в неразрушающем контроле слабо изучены. Среди немногочисленных работ в этой области можно отметить предложение немецкими учеными схемы реализации реконструкции томографического изображения с применением параллельных вычислений [1]. Китайские исследователи видят развитие интегрированных технологий неразрушающего контроля в привлечении к обработке данных «облачных» вычислений [2].

Применение распределенных вычислений может быть предложено, в частности, для организации передачи, обработки и хранения больших объемов дефектоскопических данных (напр., при многопараметрическом контроле), а также при решении задач удаленного контроля.

### **.Литература**

1. X.Yang, T. Jejkal et al. Data Intensive Computing of X-ray Computed Tomography Reconstruction on the LSDF // Int. conf. PDP 2013 (proc.). - Belfast, 2013. – P. 86–93.
2. J.M. Lin, L.P. Wu et al. Cloud Testing: Trend of the Development of Non-destructive Testing and Evaluation Techniques // Int. conf. WCNDT 2012 (proc.). – Durban, 2012.

## АВТОМАТИЧЕСКИЙ ГАЗОВЫЙ СИГНАЛИЗАТОР

Студент гр.113450 Черногребель Ю.А.

Канд. физ.–мат. наук, доцент Тявловский К.Л.

Белорусский национальный технический университет

Газовый анализ – это качественное и количественное определение состава различных газовых смесей. Обычные лабораторные анализы дают информацию только о промежуточном состоянии. Автоматический аналитический контроль обеспечивает оперативное определения концентрации контролируемого компонента в анализируемой смеси.

Для поставленной задачи контроля разработан автоматический газовый сигнализатор на базе микроконтроллера, определяемыми компонентами которого являются метан и углеводороды. На рисунке 1 представлена функциональная схема устройства.

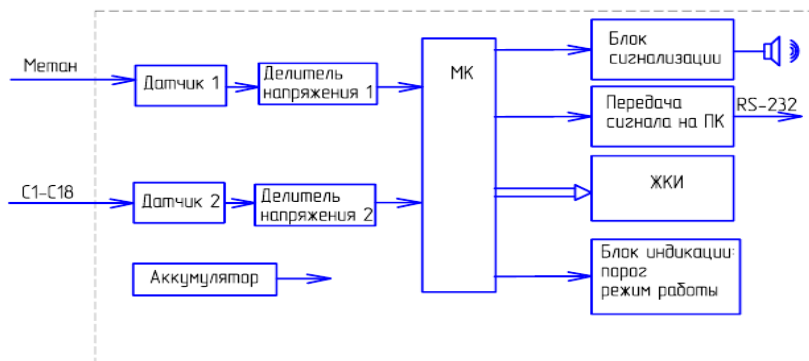


Рисунок 1 – Функциональная схема автоматического газового сигнализатора

Электронный газовый сигнализатор построен на основе микроконтроллера ATmega 8, датчиков концентрации метана и углеводородов типа MQ4 и MQ2 соответственно, питается от батареи 5В и обеспечивает связь с персональным компьютером по интерфейсу RS-232. С помощью кондуктометрического газового сигнализатора производится измерение концентраций метана и углерода в диапазоне 0 - 50 % нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКРП) с дискретностью отсчета 0,1 % НКРП. Вывод данных осуществляется на ЖКИ экран однострочный символьный.

Особенностями конструкции сигнализатора являются наличие 2-х порогов срабатывания и индикации о работоспособности прибора, передача сигнала на ПК.



## ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ

Студент гр.113450 Черногребель Ю.А.

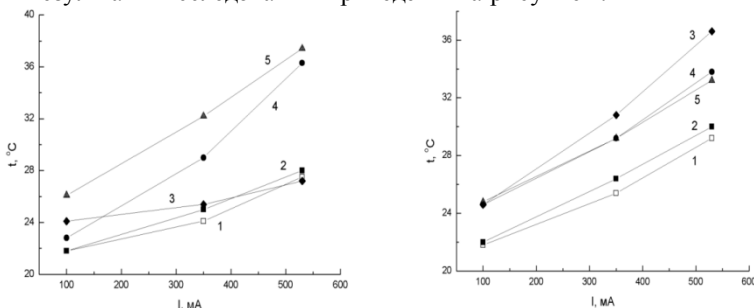
Ст. преп. Куклицкая А.Г.; канд. физ.–мат. наук, доцент Бумай Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

Светодиодные излучающие устройства получают все более широкое применение в различных областях науки и техники. Одним из факторов, от которых зависит срок службы светоизлучающих диодов (СИД), является воздействие ионизирующих излучений.

Целью научно-исследовательской работы было проведение экспериментальных исследований влияния потоков электронов с энергией 4 МэВ на работоспособность СИД.

Результаты исследований приведены на рисунке 1.



а – СИД красного свечения

б – СИД зеленого свечения

Рисунок 1 – Зависимости температуры от силы тока

Кривая 1 отражает зависимость температуры от тока необлученных СИД, кривая 2 – СИД из партии 1 после однократного облучения потоками электронов с флюэнсом  $5,6 \text{ Ч } 10^{15} \text{ см}^{-2}$ , 3 – СИД из партии 1 после четырехкратного облучения (суммарный флюэнс  $1,2 \text{ Ч } 10^{17} \text{ см}^{-2}$ ). Зависимость температуры от тока СИД из партии 2 после трехкратного облучения иллюстрирует кривая 4 (суммарный флюэнс  $1,2 \text{ Ч } 10^{17} \text{ см}^{-2}$ ), СИД из партии 3 после однократного облучения с флюэнсом  $5 \text{ Ч } 10^{16} \text{ см}^{-2}$  отражает кривая 5.

Из анализа графиков видно, что при однократном облучении СИД потоками электронов с флюэнсом  $5,6 \text{ Ч } 10^{15} \text{ см}^{-2}$  отмечался разогрев в пределах погрешности термографа. Существенное повышение разогрева СИД отмечалось при облучении потоком электронов с флюэнсом  $5 \text{ Ч } 10^{16} \text{ см}^{-2}$  даже после однократного облучения. То есть, заметная деградация СИД наступает при некотором пороговом значении флюэнса и не зависит от кратности облучения.

## ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР

Студент гр.ПМ-01 (бакалавр) Шевчук П.Т.

канд. техн. наук, доцент Дубинец В.И.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Современный прибор - это датчик плюс микрокомпьютер, что переводит его в разряд интеллектуальных. В диагностике машин часто пользуются измерениями виброускорения, поскольку дефект определяется колебательной силой, действующей в зоне дефекта, а сила связана линейно с колебательным ускорением. Для измерения вибрации, как правило, используются датчики виброускорения, работающие на пьезоэффекте (пьезоакселерометры). В таких датчиках электрический заряд на выходе пропорционален действующей на датчик силе. Лишь в ряде стационарных систем контроля вибрации крупных машин с подшипниками скольжения используются датчики колебательного смещения, встраиваемые в подшипник (по два датчика на подшипник). Эти датчики позволяют измерять траекторию движения центра вала в подшипниках (его орбиту) и, тем самым, непосредственно определять величину износа вкладышей.

Пьезоэлектрический акселерометр ВД-30 (ООО НПФ «Промвитех») со встроенным усилителем сигнала предназначен для восприятия и преобразования в электрический сигнал виброускорения механических колебаний по одной составляющей колебаний - горизонтальной (поперечной, осевой) или вертикальной в зависимости от места установки датчика на объекте контроля. [1]

Проблемой для большинства пьезоакселерометров является влияние температуры окружающей среды и объекта в месте установки акселерометра, что вызывает появления дополнительных погрешностей. Оптимальным решением задачи компенсации влияния температуры является введение в схему дополнительного инвертирующего операционного усилителя с термодатчиком и регулирующими элементами, конфигурация включения которых определяется значением компенсируемой температурной погрешности.

**Ключевые слова:** пьезоэлектрический акселерометр, ВД-30, вибрация, виброускорение.

### Литература

1. Каталог датчиков. Официальный сайт ООО НПФ «Промвитех». – Киев. 2014. - <http://www.promvitech.com.ua>.

## ТОЧНОСТЬ НАКЛОННО-ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БУРЕНИЯ

Аспирант Ширяев П.Р.

Д-р техн. наук, профессор Цветков Г.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

При горизонтально-направленном бурении важным параметром, определяемым в процессе бурения, является относительный угол наклона  $\theta$  (угол в вертикальной плоскости между осью бурильной колонны и границей формации).

Показан новый способ, позволяющий одновременное определение относительного угла наклона, вертикальной и горизонтальной электрических проводимостей [1]. Для этого используются приемопередающие антенны, установленные на непараллельных плоскостях. Непосредственное измерение модуля напряжения на приемной антенне не позволяет определить  $\theta$ , для определения нужна фильтрация. Вследствие постоянных колебаний бурильной колонны, возникающих в процессе бурения, угол  $\theta$  постоянно изменяется, что позволяет применить для его определения скользящее сглаживание напряжения на приемной антенне.

Из-за того, что реальный угол между приемной и передающей антенной отличается от расчетного, возникает ошибка определения  $\theta$ . При ошибке установки антенн в  $0,1^\circ$  ошибка определения  $\theta$  имеет вид, показанный на рисунке 1:

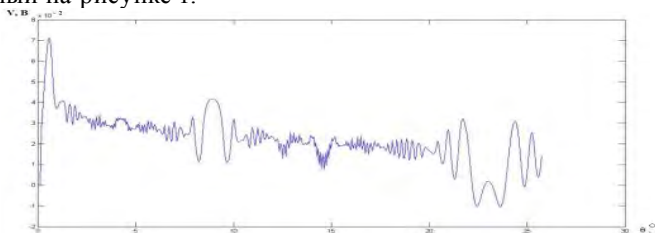


Рисунок 1 – Ошибка определения  $\theta$

Соотнося величины напряжений, содержащих истинную информацию и ошибочную, сделаем вывод, что рассогласование антенн на  $0,1^\circ$  приводит к появлению погрешности определения  $\theta$  примерно в 1 %. Последствия неправильного определения навигационных параметров описаны в [2]. При построении систем навигации, подобных описанной в [1], следует учитывать рассогласование антенн и компенсировать его.

### Литература

1. Патент US 7,948,238 В2
2. Научные исследования и инновации, Т.7, № 1–4, с. 163-165. – Пермь, изд-во ПНИПУ, 2013.

**РАСЧЕТ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
НЕРАВНОВЕСНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В  
ПОЛУПРОВОДНИКАХ С УЧЕТОМ ОПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕЗАРЯДКИ  
ГЛУБОКИХ ПРИМЕСЕЙ И ДЕФЕКТОВ**

Студент гр. 113450 Шоломицкая М.М.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Шадурская Л.И.

Белорусский национальный технический университет

В работе рассматривается полупроводник с пространственно неравномерным распределением неравновесных носителей заряда, которое может быть получено, например, за счет инжекции носителей через контакт, либо светом из области собственного поглощения. Явление возникающее при этом в биполярном режиме, в общем случае весьма сложены и многообразны, что связано с большим количеством физических процессов, протекающих одновременно и иногда конкурирующих друг с другом. Целью работы явилось исследование влияния оптической и инжекционной перезарядки глубоких примесей и дефектов на характер пространственного распределения неравновесных носителей заряда в полупроводниках.

С использованием неравновесной стационарной статистики рекомбинации получено и решено диффузионное уравнение, учитывающее оптическую перезарядку глубоких примесей и дефектов в широком диапазоне уровней возбуждения. Рассчитано распределение неравновесных носителей заряда по толщине образца в условиях поверхностного возбуждения при различных концентрациях неравновесных носителей заряда. Установлено, что в области линейной рекомбинации, при низком и высоком уровнях возбуждения пространственное распределение неравновесных носителей заряда по толщине описывается экспоненциальной функцией. Показано, что относительная доля объёма, в котором имеет место нелинейная рекомбинация и нарушается экспоненциальный характер распределения неравновесных носителей заряда, велика и зависит от концентрации примесей и дефектов, их рекомбинационных характеристик и уровня возбуждения. Разработана методика численного расчета пространственного распределения неравновесных носителей заряда в области нелинейной рекомбинации, когда проходит интенсивная перезарядка глубоких уровней примеси и дефектов.

## **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПАРАМЕТРОВ ЖИДКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД**

Магистрант Шумский А.Э.,  
студенты гр. 113311 Довгер Д.Ю., Звездов В.А.  
Канд. физ.-мат. наук, доцент Тявловский К.Л.  
Белорусский национальный технический университет

Применение кондуктометрических датчиков для измерения концентрации жидких технологических сред связано с проблемой выбора одной из характеристик преобразования в соответствии с типом контролируемого раствора. Неверный выбор типа измеряемого раствора может привести к существенным ошибкам измерения концентрации и принятию неверного решения системой автоматизированного контроля. Для предварительного определения типа раствора можно использовать анализ потенциодинамических характеристик [1]. Однако эта возможность реализуется только при использовании электродных кондуктометрических датчиков, что ограничивает область применения такого решения. Например, становится невозможным использование индуктивных трансформаторных датчиков, или требуется их совместное использование с электродными потенциодинамическими датчиками, что усложняет и удорожает измерительную систему.

Предлагается использовать для предварительного определения типа контролируемого раствора и измерения его концентрации в одной измерительной процедуре при использовании единственного индуктивного трансформаторного датчика. При этом тип контролируемого раствора определяется по фазовому коэффициенту, по которому контроллер измерительного преобразователя из ряда допустимых значений выбирает соответствующий тип раствора. Затем контроллер устанавливает необходимую характеристику преобразования, которая устанавливает функцию преобразования выходной амплитуды трансформаторного датчика в концентрацию раствора. Дополнительно переключение коэффициентов преобразования производится и в зависимости от температуры контролируемого раствора.

Применение трансформаторного датчика для одновременного определения и типа, и концентрации контролируемых растворов позволяет полностью исключить проблемы, связанные со старением металлических электродов и процессами на границе раздела электрод-электролит, и, в результате снизить погрешность измерения.

### **Литература**

1. Гусев, О.К. Система метрологического обеспечения технических изменений параметров состава электролитов. / О.К.Гусев. – Мн.: БНТУ, 2004. – 199 с.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЛЬТРА ТОНКОПЛЕНОЧНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРОВ АММИАКА**

Студент группы ПН-02 Ященко Я.О.

Ст. преп. Ковтун В.С.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В наше время, а именно в результате развития промышленности возникла потребность в контроле многих химических веществ. Поэтому очень перспективным было изобретение, которое относится к составляющим, образующие пленки для создания покрытия на стеклянные изделия.

Сделали чувствительную пленку, включающую в себя полифенилсилоксан и растворитель. Отличается от других она тем, что ей свойственно менять цвет (длину волны пропускания), а так же увеличения адгезии и гидрофобности (свидетельство № 1593130 13.03.89р.).

Задачей измерения цвета является перевод визуального впечатления в величины. С помощью прибора для измерения изменения цвета измеряют излучаемую способность в области зрительного восприятия (380-780нм). Основным преимуществом этих приборов является высокая скорость измерения.

Было проведено исследование пленки в широком спектре излучения, проверка концентрации в широком спектре приведет к большим погрешностям. Поэтому было решено создать установку для определения спектра поглощения, при котором можно получить измерение концентрации аммиака с меньшей погрешностью. Установка состоит с миниатюрной лампочки (Н19-04501) конденсор, кювета с исследуемой пленкой и набором светофильтров, фотоприемников (ФЭУ-62). Был проведен ряд экспериментов. Неплохие результаты были показаны при обычном дневном свете, а поскольку, чувствительная пленка имела красный цвет, а при попадании исследуемого вещества (аммиака, при 4ПДК) переходит в темно-синий, решили проверить во всей полосе спектра.

Наилучшие результаты (самый большой выходной сигнал) был получен при использовании красного светофильтра. Поэтому предлагаем при изготовлении данного прибора применить красный цвет (630-760 нм).

### **Литература**

1. Яковлев С.А., Шишацкая Л.П. Источник света, применяемые в спектроскопии / Оптико-механическая промышленность. – 1969. – т.36, №1. – с. 35-64.

## СЕКЦИЯ 2. КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРОВ

УДК 620.179.14

### ДИНАМИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА ПРИ СБОРКЕ

Студент Андриенко А.И.

Канд. техн. наук Подолян А.А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

При сборке современных механических приборов в приборостроении очень важной составляющей является точность сборки, которую можно достичь регулировкой отдельных узлов [1, 2]. На примере сборки и регулировки редуктора, схему которого вместе с контрольно-регулирующим приспособлением показано на рис.1, рассмотрено метод динамической регулировки. Суть метода состоит в том, что бы регулировать прибор непосредственно во время его работы. На рис.1: поз. 4,13 – датчики угла поворота, поз.3 – электродвигатель привода редуктора. Датчики угла поворота подключены к ПК и отображают угол оборота в единицу времени.

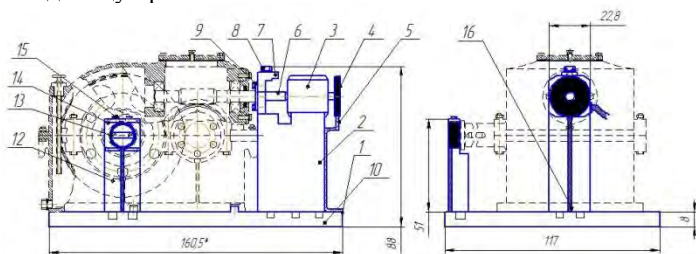


Рисунок 1 – Схема редуктора и контрольно-регулирующего приспособления

Теоретические исследования подтвердили эффективность предложенного метода регулировки. Показано, что регулируя винтами зацепление зубчатых колес, устраняется «мёртвый ход» и люфты - датчики угла поворота будут показывать одинаковый угол с точностью до 0,01 градуса.

#### Литература

1. Румбешта В.О. Основы технологий сборки приборов. / В.О. Румбешта // Учебник К-ВИПОЛ 1993 – 365 с.
2. Румбешта В.О. Технология сборки, регулировки и испытания приборов / В.О. Румбешта, С.О. Станчев // Габрово, Болгария ВМ1, 1985 – 212 с.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ СТАНКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ КАБОШОНОВ ИЗ ДРАГОЦЕННЫХ И ПОЛУДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ**

Студент гр. 113919 Балякин В.А.

Д-р техн. наук, профессор Киселёв М.Г.

Белорусский национальный технический университет

В литературе [1–3] приведены устройства и методы для обработки кабошонов из драгоценных и полудрагоценных камней. Недостатки каждого из предлагаемых методов следующие: неравномерный износ инструмента, возможность обрабатывать заготовки малого размерного диапазона.

В предлагаемой конструкции станка устраняются вышеописанные недостатки.

Заготовке от электродвигателя сообщается вращательное движение, через пару винт-гайка возможно перемещать заготовку в осевом направлении, таким образом, устанавливая необходимое расстояние между инструментом и заготовкой в зависимости от необходимого размера готового изделия.

Инструменту от электродвигателя также сообщается вращательное и поступательное через пару винт-гайку в осевом направлении движения. Кроме того, с помощью кривошипно-кулисного механизма инструменту передаётся качательное движение относительно зоны обработки, что, во-первых, позволяет устранить контакт инструмента с заготовкой в одной точке при формировании профиля готового изделия, а во-вторых, уменьшить количество физического труда оператора.

Таким образом, все вышеперечисленные движения позволяют получить кабошоны полукруглой формы в соответствии с необходимыми размерами готового изделия, устраняя недостатки

### **Литература**

1. Устройство для обработки кабошонов из полудрагоценных камней [Электронный ресурс]//Findpatent.ru[Официальный сайт]. 03.01.2001 г. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/218/2189896.html>

2. Хижниченко, В.Н. Вертикальный многошпиндельный станок для изготовления изделий из камня / №1696354/29-33 М.Кл. В 28d 5/0, В.Н. Хижниченко, Е.И. Бобровский, заявл. 23.08.1971.

3. Степанов, Ю.С. Способ шлифования тел вращения некруглого сечения: RU 2153969 С2, 7 В 24 В 19/08 / Ю.С. Степанов, Б.И. Афонасьев, А.И. Ушаков, заявл. 10.11.1998.



## УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНАЖЕРОМ ДЛЯ РАЗВИТИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ МЫШЦ ГОЛЕНИ

Магистрантка Барбарян Д.К.

Канд. техн. наук, доцент Савелов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Тренажер для развития и реабилитации мышц голени предназначен для развития двигательных способностей мышц голени, а также для реабилитации после травм и болезней.

При проектировании спортивных тренажеров, которые совмещают в себе несколько различных по функциональному назначению режимов, возникает проблема наиболее рационального и эффективного схемотехнического решения системы управления.

Эта задача была решена при проектировании устройства управления тренажером для развития и реабилитации мышц голени.

В процессе разработки устройства управления при помощи САПР Altium Designer произведено моделирование трех вариантов схемотехнического исполнения устройства. По результатам моделирования была выбрана наиболее оптимальная схема и произведена компоновка элементной базы на печатной плате.

Основными элементами системы управления являются микроконтроллер PIC16C66, поворотный пневматический цилиндр Camozzi 30-050/090-3, пневматический дроссель MCU702-G1/8, ЖКИ WH1602A, цифровой биполярный датчик Холла TLE4945L, напряжение питания – 220 В.

Для обеспечения декоративно-защитной функции устройства, а также для обеспечения информативных потребностей была выбрана пленочная приборная панель. Устройство управления (рисунок 1) позволит устанавливать рабочую нагрузку, темп и угол сгибания голеностопа, а также задавать и контролировать время тренировки.



Рисунок 1– Блок управления тренажером

При помощи системы автоматизированного проектирования SolidWorks разработана 3D модель печатного узла, блока управления и пленочной панели. Разработана блок-схема работы, разработаны электрические функциональная и принципиальная схемы блока управления. Конструктивными решениями обеспечена степень защиты электронного устройства IP34 по ГОСТ 14254-96.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ГОЛОВОК CD-ПРИВОДОВ В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

Магистрантка Богданчук К.А.

Канд. техн. наук Степаненко Д.А.

Белорусский национальный технический университет

Доля высокоточного производства от общего объема производства возрастает с каждым годом. В результате этого постоянно растут требования к качеству контроля параметров изделий, в том числе шероховатости и отклонений формы поверхностей. Наиболее распространенные методы измерения шероховатости основаны на использовании игольчатых профилометров, оптических микроскопов (конфокальный микроскоп, микроскоп Линника) и интерферометров. В последнее время интерес сместился к оптическим методам измерений. Это связано с тем, что они являются бесконтактными и неразрушающими, что особенно важно при контроле поверхностей изделий из мягких материалов. Среди новых приборов, получивших в последнее время широкое распространение, следует отметить оптические профилометры, основанные на принципе автофокусировки. В этих приборах поверхность исследуемого объекта сканируется сфокусированным лучом света. Условие фокусировки автоматически поддерживается за счет перемещения объекта или объектива. Измеряя положение объектива относительно поверхности образца, получают профиль поверхности. Принцип автофокусировки лежит в основе работы оптических головок CD-приводов, что позволяет использовать компактные и недорогие оптические головки для создания профилометров. Оптическая головка содержит лазерный диод, светоделительную пластину и фотодиоды для преобразования записанной на диске информации в электрические сигналы. При считывании информации с диска из отраженного лазерного луча извлекаются три сигнала: сигнал ошибки фокусировки, трекинг-сигнал и сигнал, пропорциональный интенсивности отраженного луча. Для создания профилометра на основе считывающей головки достаточно использовать сигнал ошибки фокусировки, который используется для поддержания постоянного расстояния между объективом головки и поверхностью образца. При изменении расстояния между объективом головки и поверхностью образца и объективом зависимость сигнала ошибки фокусировки от времени может быть использована для определения параметров движения образца относительно объектива, что может быть использовано для создания виброметров. В данной работе рассматривается возможность использования виброметров на основе оптических головок CD-приводов для измерения амплитуды колебаний ультразвуковых волноводов.

## ЛИТОТРИПТЕР

Студент гр. ПБ-02 (бакалавр) Божеску А.О.

Ассистент Яковенко И.А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

На сегодняшний день мочекаменная болезнь занимает одно из первых мест среди урологических заболеваний, где при лечении очевидные преимущества имеет не инвазивный метод дистанционной ударно-волновой литотрипсии. Литотрипсия не требует операции, имеет минимальные болевые ощущения, нет необходимости госпитализации. Создаваемые вне организма короткие импульсы энергии в виде ударных волн фокусируются на конкременте. Давление в зоне фокуса достигает 160 мПа (1600 бар), что и приводит к разрушению конкремента. Одним из основных компонентов литотриптера, который определяет конечный терапевтический эффект, является источник мощного ультразвука.

В работе были рассмотрены основные характеристики литотриптера: тип генератора, степень безопасности пациента, тип системы визуализации и эргономические показатели и установлено, что основной характеристикой литотриптера является эффективность фрагментации камня, которая зависит от энергии импульса, формы импульса и размеров фокальной области (эллипсоид вращения). Эти параметры определяются методом сканирования ультразвукового поля специальным гидрофоном.

Так же, было рассмотрено более детально метрологический вопрос, касающийся литотрипсии с использованием мощного ультразвука. Гидрофон должен иметь достаточно ровную (+/-3дБ) частотную характеристику в диапазоне от 0,05 до 100 МГц и диаметр активного элемента < 1мм. Возникает ряд проблем: обеспечение устойчивости к воздействию ударной волны и создание прецизионной системы позиционирования гидрофона.

Чтобы решить указанные проблемы специально для литотрипсии был изобретен оптоволоконный гидрофон, где для измерения давления используется акустооптический эффект. Путем помещения волокна в жидкость с известным значениям показателя преломления может быть проведена калибровка датчика. Главным недостатком оптоволоконного датчика является его низкая чувствительность, что затрудняет измерения сигналов с амплитудой менее 5МПа. Достоинствами датчика - малый размер, практически равномерная частотная характеристика в диапазоне от 0 до 100 МГц, устойчивость волокна к разрушениям, возможность точного нахождения абсолютной чувствительности, корректное измерение акустического давления и в фазе сжатия, и в фазе разжатия.

## **МЕТОДОЛОГИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКИХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ**

Аспирантка Ватаву А.В.

Национальный технический университет Украины «КПИ»  
«Киевский политехнический институт»

Эффективность работы котлов на мусоросжигательных заводах - это ключевой элемент для уменьшения затрат на топливо и следовательно значительный источник экономии и снижения себестоимости выработки и передачи тепла.

Одним из основных недостатков работы современных автоматических газоаналитических комплексов является низкая метрологическая надежность, обусловленная не селективностью и нестабильностью коэффициента передачи первичных измерительных преобразователей (ПИП), нестабильностью коэффициента передачи устройства обработки информации, а также несовершенством метрологического обеспечения. Не селективность первичных измерительных преобразователей проявляется в том, что эти преобразователи реагируют не только на компоненты, на которые они настроены, но и на другие газовые смеси которые анализируются

С целью повышения точности измерений приходится периодически калибровать газовые анализаторы с помощью дорогих поверочных газовых смесей (ПГС). Данные этих калибровок вводятся в устройства обработки информации, включены после ПИП, в которых корректируется аддитивная и мультипликативная составляющие погрешности измерений. Указанные недостатки создают существенные трудности при разработке, работе и эксплуатации газоанализаторов, выражающиеся в потребности постоянного наличия значительного количества ПГС (их приготовления, аттестации, безопасного хранения), а также необходимость отключения газоанализатора от технологического процесса в период калибровки, невозможность регулировки коэффициента передачи газоанализатора в интервал времени между калибровкой. Необходим такой метод построения газоанализаторов, который позволит снизить погрешность измерений газоанализаторов независимо от метода газового анализа благодаря непрерывной стабилизации коэффициента передачи измерительного канала. Это достигается путем тестовой модуляции концентрации измеряемого газового компонента в газовой пробе анализируемого аналогичным чистым газом. Очевидно, что время продолжительности тестового сигнала должно быть достаточным для того, чтобы выходной сигнал газоанализатора имел постоянное значение, определяемое концентрацией измеряемого газового компонента и действием тестового сигнала.

## **СТАНОК ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ ШАРИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ**

Студентки гр. 113919 Волк Н., гр. 113910 Ковалевич К.

Канд. техн. наук, доцент Луговой В.П.

Белорусский национальный технический университет

Применение ультразвуковых колебаний, предложенное в [1] позволило осуществить абразивную обработку открытых сферических поверхностей с использованием шарика, который служил в устройстве инструментом. Было установлено, что высокочастотное силовое воздействие на шарик приводит к его интенсивному вращению вокруг трех осей.

Устройство, предложенное в [2] было предложено для обработки металлических шариков подшипников. Особенностью устройства стало эксцентричное расположение шлифовальных инструментов относительно друг друга. Проведенные исследования доводки металлических шариков диаметром 3 мм показали эффективность способа для повышения производительности обработки и качества поверхности.

Данный способ, очевидно, может быть успешно использован при обработке других видов материалов, в том числе хрупких материалов из камня, стекла, керамики и пр. Однако исследования в этой области до сих пор не проведены и требуют дальнейшего изучения.

В связи с этим, в настоящей работе была поставлена задача разработать новые варианты компоновки технологического оборудования и методов обработки шариков из поделочных камней для ювелирных украшений. Были предложены два варианта компоновки ультразвукового станка, различие которых заключается в месте расположения источника ультразвуковых колебаний, определивших и метод обработки заготовок.

### **Литература**

1. Горбунов, А.А. Устройство для ультразвуковой обработки открытых сферических поверхностей / А.А. Горбунов и др. // Авт.св. СССР № 191328, 1067 г.

2. Киселев, М.Г. Устройство для доводки шариков / М.Г. Киселев, М.Ю. Пикус, В.П. Луговой, Б.Д. Дисон // Авт.св. СССР, № 664824 от 1979 г.

## ОБЗОР ФЕНОВ ДЛЯ УКЛАДКИ ВОЛОС НА СОВРЕМЕННОМ РЫНКЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Студентка гр.113220 Гемская Д.А.

Ст. преп. Колесников В.С.

Белорусский национальный технический университет

Фен — электрический прибор, выдающий направленный поток нагретого воздуха. Важнейшей особенностью фена является возможность подачи тепла точно в заданную область. Современные фены также оборудованы функцией подачи холодного воздуха.

Фен обычно выполняется в виде отрезка трубы, внутри которой располагаются вентилятор и электронагреватель. Часто корпус фена оснащается пистолетной рукояткой. Вентилятор втягивает воздух через один из срезов трубы, поток воздуха проходит мимо электронагревателя, нагревается и покидает трубу через противоположный срез. На выходной срез трубы фена могут быть установлены различные насадки, изменяющие конфигурацию воздушного потока. Входной срез обычно закрыт решёткой для того, чтобы предотвратить попадание внутрь корпуса фена крупных предметов. Ряд моделей фенов позволяет регулировать температуру и скорость потока воздуха на выходе. Регулировка температуры достигается либо включением параллельно различного числа нагревателей, либо с помощью регулируемого термостата, либо изменением скорости потока.

Рассмотрим наиболее популярные модели данных торговых марок. Фирма Philips представляет модель **Philips HP8270/00** которая имеет следующие характеристики: мощность 2 300 Вт, 3 ступени нагрева, 2 ступени регулировки воздушного потока, есть термодатчик, подача холодного воздуха, отключаемая ионизация, 1 концентратор, есть диффузор, длина шнура 2,5 м. Торговая марка Bosch представляет модель **Bosch ProSalon PowerAC Compact (PHD9940)**, которая имеет характеристики: мощность 2 200 Вт, 3 ступени нагрева, 2 ступени регулировки воздушного потока, подача холодного воздуха, ионизация, концентратор, есть диффузор. Фирма Rowenta представлена на рынке моделью **Rowenta Respectis Pro CV7430**, которая имеет следующие характеристики: мощность 2 400 Вт, керамическое покрытие решётки, 3 режима нагрева, 2 скорости воздушного потока, Режим «RESPECT»: На 25% меньше обезвоживания волос, подача холодного воздуха, ионизация, концентратор, диффузор. Фирма Braun представляет модель **Braun Satin Hair 7 (HD 730)**, которая имеет следующие характеристики: мощность 2 200 Вт, 3 ступени нагрева, 2 ступени регулировки воздушного потока, есть термодатчик, подача холодного воздуха, отключаемая ионизация, 1 концентратор, есть диффузор, длина шнура 2 м, независимая регулировка температуры и воздушного потока.

В современном мире уже невозможно представить женщину без фена. Он облегчает жизнь и помогает сделать красивую причёску.

## **УСТАНОВКА АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ДЛЯ НАМОТКИ КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ**

Студент гр.113219 Глинский Е.А.

Канд. техн. наук, профессор Минченя В.Т.

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день множество приборов имеют в своем составе электронный блок, состоящий из различных радиоэлектронных элементов. Одним из таких элементов является катушка индуктивности. Катушки индуктивности могут предназначаться для работы в цепях прохождения сигнала, например, в различных фильтрах, либо же они могут быть мощными дросселями, используемыми в высоковольтных источниках питания. В отличие от резисторов и конденсаторов, катушки индуктивности и трансформаторы, как правило, не являются промышленными изделиями, а изготавливаются вручную. Именно по этой причине многие разработчики стараются всячески избегать их применения, однако такой подход очень ограничивает возможности проектирования схем.

Обеспечение качества изготовления катушек является достаточно важным вопросом т.к. дефекты моточных изделий сложно заметить при визуальном осмотре.

Нами разработана конструкция автоматизированной установки для намотки катушек, которая позволит автоматизировать процесс намотки изделия, свести к минимуму количество дефектов при изготовлении и уменьшит время их изготовления.

Установка состоит из привода катушки и привода осевого перемещения наматываемой проволоки, которые приводятся в действие при помощи шаговых двигателей которые управляются контроллерами шаговых двигателей. Синхронизация перемещения осуществляется при помощи заранее запрограммированного PIC-контроллера. Для определения мгновенного положения катушки используется абсолютный энкодер. Абсолютный энкодер выдает цифровой код, различный для каждого положения катушки, позволяет определять угол поворота оси даже в случае исчезновения и восстановления питания и не требует возвращения объекта в начальное положение, что является несомненным преимуществом этого типа энкодеров.

Установка параметров намотки может быть установлена с панели управления находящейся непосредственно на станке путем задания диаметра провода, типа каркаса, количества витков и слоев, либо с компьютера. Связь с компьютером осуществляется по интерфейсу RS-232. Установка имеет два режима намотки: непрерывный (слои наматываются один на один без остановки) и прерывистый (намотка останавливается в конце каждого слоя).

## УНИВЕРСАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕТАЛЛОВ

Студент гр. 10115113 Гресик К.В.

Канд. техн. наук, доцент Смурага Л.Н.

Белорусский национальный технический университет

Создана универсальная экспериментальная установка, включающая стойку, к которой прикреплены печь и исследуемый образец. Образец крепится к стойке через удлинитель, выполненный из материала плохо проводящего тепло. На стойке имеется рейка, по которой с помощью винта может перемещаться печь вертикально. Установка снабжена блоком питания, милливольтметром, системой термодатчиков, контролирующей температуру в центре образца  $t_{ц}$  и на поверхности  $t_{п}$ . Вначале образец нагревают в печи до температуры  $100 \div 120^\circ\text{C}$ , затем винтом печь опускают, наступает простое охлаждение тела. Как только наступит тепловой режим, характеризуемый простым аналитическим выражением  $u - t = \vartheta = AU^{-m\tau}$ , то после начала охлаждения наступает регулярный режим, отличительной особенностью которого является то, что логарифм разности между температурой  $u$  в определенной точке тела и температурой  $t_0$  окружающей среды изменяется с течением времени  $\tau$  по линейному закону, причем скорость изменения логарифма  $m$  одинакова для всех точек, то есть  $\ln u_2 - u_1 = -m\tau + const$ .

На миллиметровке в полулогарифмических осях строят зависимость  $\ln t_{cp} - t_0 = f \tau$ , по которой отслеживают наступление теплового регулярного режима, находят темп охлаждения  $m$

$$m = \frac{\ln \delta' - \ln \delta''}{\tau'' - \tau'} \quad (1)$$

С другой стороны темп охлаждения однородного тела  $m$

$$m = \psi \frac{c \cdot F}{c_V} ; \quad c_V = c \cdot \rho \cdot V \quad (2)$$

Здесь  $c, \rho, \psi$  – соответственно, удельная теплоемкость, плотность, коэффициент формы образца. Решая уравнения (1) и (2) совместно с уравнением Фурье, получают рабочие формулы для нахождения коэффициента теплопроводности и удельной теплоемкости металлов.

Данная установка обладает простотой эксперимента и высокой точностью получаемых результатов, что очень важно для учебного процесса.



## **АЛГОРИТМ САМОНАСТРОЙКИ МАЯТНИКОВОГО КОМПЕНСАЦИОННОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ**

Студент гр.ПГ-01 (бакалавр) Гуцко И.О.

Ассистент Цыбульник С.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В настоящее время в Украине и за рубежом активно разрабатываются инерциальные датчики – акселерометры. Современные требования к миниатюризации систем управления не позволяют использовать традиционные крупногабаритные инерциальные измерители, а применение малогабаритных измерителей, чувствительный элемент которых выполнен по планарной технологии, невозможно вследствие невысоких показателей точности. В частности, малогабаритные инерциальные измерители характеризуются низкой чувствительностью к малым воздействиям [1].

В работах, посвященных автоколебательному режиму функционирования компенсационных измерителей (например, [2]), не исследовалось влияние априорно неопределенных вибраций основания маятникового акселерометра на точность измерения кажущегося ускорения. С учетом того, что инерциальные измерители в современных системах управления крепятся непосредственно на корпусе космического аппарата и их чувствительные элементы находятся в условиях воздействия вибрации, изгибных колебаний и т.д., задача снижения погрешности, обусловленной периодическими высокочастотными возмущениями, представляется актуальной.

Составлен и промоделирован алгоритм, который может быть применен к большинству компенсационных инерциальных измерителей параметров движения в условиях периодических воздействий, амплитуда и частота которых заранее неизвестны. Алгоритм самонастройки параметра нелинейного звена может быть реализован при помощи микроконтроллера, используемого в контуре обратной связи маятникового акселерометра.

### **Литература**

1. Зотов С.А., Бойко А.Н., Бритков О.М. Косвенный анализ жесткости подвеса чувствительного элемента микромеханического устройства. М., "XXXI Гагаринские чтения", 2005. – 42 с.
2. Рыбаков В. И., Фоминов И. В. Способ измерения навигационных параметров подвижных объектов автоколебательными датчиками первичной информации. СПб: Военная академия связи, 2005. – С. 240.

## ТЕХНОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИМПЛАНТОВ ОБРАБОТАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ОБРАБОТКИ

Студент гр.113719 Доста А.А.

Д-р техн. наук, профессор Киселёв М.Г.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время существует стандартная методика определения прочностных свойств поверхностей образцов металлических имплантатов [1]. Так, наряду с традиционно применяемыми способами поверхностной обработки металлических имплантатов (струйно-абразивная и дробеструйная), предложено использовать электроконтактную обработку. В этом случае за счет электрической эрозии модифицированная поверхность представляет собой совокупность перекрывающихся друг друга лунок, имеющих плавное сопряжение. Такая поверхность характеризуется отсутствием направленных следов обработки, т.е. формируется так называемая «безразличная» шероховатость.

Для оценки эффективности применения ЭКО в технологии производства металлических имплантатов, в первую очередь, необходимо располагать данными, отражающими влияние параметров формируемого микрорельефа на прочностные характеристики соединения поверхностей имплантата и имитатора костной ткани, полученного с использованием фиксирующего материала. Для проведения исследований, создана специальная установка, позволяющая проводить испытания полученных соединений как на сдвиг, так и на отрыв образца имплантата с имитатором костной ткани. Ее принципиальная схема представлена на рисунке 1. Изменяя усилие разрушения соединения при различном состоянии микрорельефа поверхности образца имплантата, получим данные, отражающие влияние его параметров, а соответственно условий и режимов ее модификации, на прочностные характеристики получаемого соединения.

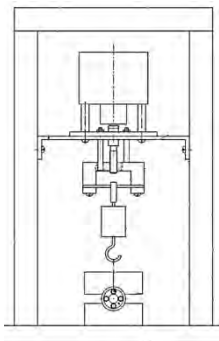


Рис. 1 Принципиальная схема

установки для проведения испытаний  
соединения поверхностей имплантов.

### Литература

1. ГОСТ Р 52641-2006. Имплантаты для хирургии. Стандартный метод испытаний для проверки на сдвиг фосфатно-кальциевых и металлических покрытий. – М.: «СтандартИнформ». – 2007. – 15

## ОБЗОР МУЛЬТИВАРОК НА СОВРЕМЕННОМ РЫНКЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Студентка гр.113220 Драко Ю.В.

Ст. преп. Колесников В.С.

Белорусский национальный технический университет

Не так давно на российском рынке появилась очередная новинка кухонной техники – мультиварки. Итак, мультиварка – это электрическое компактное многофункциональное устройство, позволяющее приготовить пищу практически всеми известными способами. Необходимые продукты закладываются в специальную съёмную кастрюлю с толстыми жаропрочными стенками и антипригарным покрытием, которую затем вставляют в само устройство и выбирают нужную программу. Нагрев кастрюли происходит за счёт внутреннего нагревателя, который равномерно распределяет тепло по всей поверхности. Управляет всем, как и в любом электронном устройстве, микропроцессор, который регулирует режим, время и температуру приготовления пищи. Специальный паровой клапан позволяет автоматически сбросить избытки влаги и давления, что создаёт оптимальные условия для приготовления пищи, т.е. еда готовится шадящим способом, при этом сохраняются все витамины и полезные вещества.

На современном рынке представлено большое разнообразие мультиварок таких производителей как: **Philips HD3133/00**(объем 5 л, мощность 980 Вт, электронное управление, количество программ: 6); **Lumme LU-1433**(объем 4 л, мощность 700 Вт, механическое управление, 3D нагрев); **Redmond RMC-250**(объем 4 л, мощность 860 Вт, электронное управление, количество программ: 21); **Polaris PMC 0523AD**(объем 5 л, мощность 860 Вт, электронное управление, 3D нагрев, количество программ: 23); **Vitek VT-4204**(объем 5 л, мощность 800 Вт, электронное управление, 3D нагрев, количество программ: 10); **Scarlett IS-MC412S01**(объем 4 л, мощность 940 Вт, электронное управление, 3D нагрев, количество программ: 12); **Maxwell MW-3803**(объем 5 л, мощность 1000 Вт, электронное управление, количество программ: 11); **Bork U801**(объем 3 л, мощность 1100 Вт, электронное управление, количество программ: 15); **Vigor HX-3702**(объем 5 л, мощность 500 Вт, механическое управление); **Panasonic SR-MHS181**(объем 5 л, мощность 825 Вт, электронное управление, количество программ: 16).

Ещё одним важным плюсом является возможность отложить начало приготовления пищи, запрограммировав его на любое удобное для вас время (до 12 часов). Как видите, мультиварки значительно экономят ваши силы и время! Они позволяют приготовить замечательные вкусные и полезные блюда, при этом максимально упростив и ускорив этот процесс.

## УСТАНОВКА ДЛЯ РАСПИЛИВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПРОВОЛОЧНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

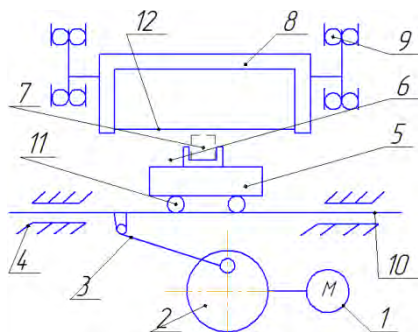
Студент гр. 113219 Ермалович М.И.

Д-р техн. наук, профессор Киселев М.Г.

Белорусский национальный технический университет

Предлагаемая конструкция служит для количественной оценки режущей способности проволочного инструмента. Сконструированная установка (рисунок 1) позволяет проводить сравнительные испытания режущей способности образцов проволочных инструментов как в исходном состоянии их поверхности, так и после электроконтактной обработки.

По цилиндрическим направляющим 4 перемещается каретка 10. Она от электродвигателя 1 через кривошипно-шатунный механизм 2,3 получает возвратно-поступательное движение с постоянной частотой 76 дв.ход./мин при величине хода равной 50 мм. На верхней плоскости каретки 10 установлены направляющие качения 11, по которым перемещается каретка 5, к этой каретке посредством винтов присоединяется приспособление 6, в котором закрепляется образец 7 в виде прямоугольной стеклянной пластины.



По направляющим качения 9 свободно под действием силы тяжести с помощью троса-блочной системы перемещается вниз каретка с неподвижно установленной съёмной П-образной планкой 8, между боковыми сторонами которой закреплена и натянута испытуемая проволока-инструмент 12.

Рисунок 1- Схема установки

В результате относительного перемещения проволочного инструмента происходит разрушение и удаление материала с формированием на образце прорезанного паза. Для выполнения последующего эксперимента образец в узле крепления переустанавливался таким образом, чтобы проволочный инструмент контактировал с его поверхностью в новом месте на расстоянии не менее 5 мм от предыдущего реза. Режущая способность оценивается по глубине пропила за фиксированное время обработки.

## **НЕТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЗВОНОЧНИКА**

Студент гр. ПМ-01 (бакалавр) Ефименко Н.В.

Канд. техн. наук, доцент Матяш И.Ф.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политический институт»

Позвоночник человека состоит из костных позвонков и хрящевых дисков. После 20-25 лет позвоночник вступает в стадию старения.

Исследования показали, что различными заболеваниями позвоночника страдают до 80% трудоспособного населения земного шара.

Для профилактики и лечения заболеваний позвоночника в Национальном техническом университете Украины «КПИ» разработаны кушетки, которые могут выпускаться в нескольких модификациях (стационарные и переносные) [1,2].

Воздействие на тело пациента осуществляется поперечными траверсами, совершающими перемещение в вертикальной плоскости в виде непрерывной волны. Такие движения траверс позволяют производить массаж, а также местное растяжение позвоночника, что имеет щадящий режим воздействия на пациента по сравнению с известными кушетками. Между траверсами расположены вибромолоточки, совершающие колебания с частотой до 12 Гц. Через траверсы на тело человека поступает подогретый воздух, температура которого может регулироваться от 0° до 40° С.

Перемещение траверс, а также вибромолоточков осуществляется от электроприводов, расположенных внутри кушетки, с возможностью регулирования скорости перемещения массажной волны, ее амплитуды и частоты вибрации.

Человек располагается на кушетке вверх лицом, что позволяет производить лечение позвоночника без сдавливания грудной клетки.

Разработаны также устройства для растяжения позвоночника, которые могут монтироваться на массажных креслах и столах, выпускаемых предприятиями Украины.

Устройства могут использоваться с другими видами лечения в лечебно-профилактических учреждениях различного профиля.

### **Литература**

1. Матяш І.Х. та інш. Масажер лікувально-оздоровчий. Патент України 10705А (25.12.96. Бюл. № 4).
2. Матяш І.Х. та інш. Кушетка масажно-оздоровлююча. Патент України 15263А (30.06.97. Бюл. № 3).

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

Студент гр. ПБ-02 Залевский Т.А.

Ассистент Катрук О.В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Уже сегодня 3D печать благодаря своим явным преимуществам находит все новые области применения, в том числе в машино- и приборостроении. К преимуществам можно отнести: универсальность, практически безотходное производство объемных тел и механизмов любой формы и сложности, широкий спектр материалов для печати, высокая точность изготовления, удобство в создании и редактировании виртуальной модели.

Для обеспечения технологичности изделия при производстве важной технической характеристикой принтера является его разрешающая способность (минимальная толщина слоя материала) величина которой сегодня достигает порядка 2 мкм для экструзивных и 2 нм для 3D принтеров с технологией двух фотонной литографии. Столь высокая точность позволяет создавать объекты по наивысшему качеству точности IT01, но при этом существенно понижается скорость печати.

3D принтеры на данный момент могут использоваться в единичном, мелкосерийном и серийном производстве как для замены части технологической цепочки, так и производить готовое изделие, минуя сложные технологические процессы механической обработки.

Непосредственно в приборостроении особо перспективной является технология комбинированной печати, при которой за один технологический этап возможно изготовить сложное составное изделия, к примеру электрическую многослойную плату с электрическими элементами или готовую микросхему.

Кроме относительно низкой скорости печати единичного изделия, на данном этапе развития данной технологии, 3D принтеры имеют ограничения в размерах изготавливаемых объектов и ограничения, связаны с недостатками самой технологии послойной печати, когда нужно получить изделие, обладающее специальными свойствами, такими как жаростойкость, износостойкость. Для решения данных задач активно внедряются лазерные технологии, создаются новые исходные материалы и методы их формирования в объемное тело. С каждым днем технология совершенствуется и удешевляется, что в скором будущем позволит автоматизировать, тем самым существенно упростить процесс производства в приборостроении.

## АХРОМАТИЧЕСКИЙ КОНДЕНСОР

Студент гр.ПБ-02 (бакалавр) Захаров В.Ю.

Ассистент Яковенко И.А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

На сегодняшний день конденсор является одним из основных элементов микроскопа, влияющих на качество изображения объекта, исследуемого под микроскопом. поскольку без сфокусированного должным образом конденсора просто невозможно получить правильное освещения. В зависимости от типа используемого конденсора лаборанты могут проводить исследования различными методами освещения и контрастирования: исследования по методу светлого поля, косоугольного освещения, темного поля, фазового контраста и пр.

В работе были рассмотрены и проанализированы основные классификации конденсоров. За качеством изображения и типом оптической коррекции можно поделить на неахроматические, ахроматические, планатические, ахроматические-апланатические. Также, классифицируются за числовой апертуры: малой числовой апертуры (до 0,30), средней числовой апертуры (до 0,75), большой числовой апертуры (свыше 0,75).

Для микроскопов с большим углом охвата необходимым условием есть ахроматизация, которая усложняет систему. Решением данной проблемы стало помещением в оптическую систему коллектора, выполняющего функцию передачи изображения источника света в плоскость апертурной диафрагмы конденсора. Так же данная процедура позволяет отдалить источник света от конденсора, который исключает тепловое воздействие на объект исследования

Одной из важных характеристик конденсора есть сумма углов охвата. В качестве решения задачи сферической аберрации предложено использовать оптические элементы не используя сферические поверхности. Конденсор без сферических поверхностей, состоящий из двух плоско-выпуклых линз с увеличением «-1 крат» предполагает получить сумму углов охвата в 240.

Можно сделать вывод, что на сегодняшний день существует множество решений качественных ахроматических конденсоров, которые должны наилучшим способом использовать световой поток, для достижения максимального и равномерного освещения объекта. К критериям качества изображения относят сферическую, хроматическую, кома аберрации. Способы концентрации светового пучка приводят лишь к тому, что конденсор строит уменьшенное изображение источника света на объекте. Зачастую не равномерного освещения объекта и есть основной проблемой.

## **АСПИРАТОР ДЛЯ ОТБОРА ПРОБ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ**

Студент гр. ПН – 02 Зорко Д.В.

Ст. преп. Ковтун В.С.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Одним из важнейших вопросов современности, является получение достоверной и правильной информации о состоянии окружающей среды с помощью экологического мониторинга, что является основной задачей одной из отраслей приборостроения, а именно - аналитических приборов и систем.

Требования к приборам, которыми сегодня пользуются службы санитарного надзора и экологического контроля, должны соответствовать основным требованиям эксплуатации и показывать только достоверные результаты измерений. Поскольку устройства мониторинга окружающей среды гарантируют ее защиту, и защиту здоровья человека, то недостоверные результаты измерения концентрации вредных веществ, могут иметь негативные последствия.

По этой причине решение проблемы в разработке аспиратора для отбора проб газовых смесей, является важной предпосылкой для получения достоверной и надежной информации о загрязнении воздушной среды.

Для разработки данного устройства был выбран метод концентрации на фильтрах, поскольку этот метод является основным для отбора проб газовых смесей, принципом которого является пропускания газа через поглощающие устройства с помощью аспирационного устройства.

Анализируя современные аналоги прибора, был усовершенствован блок индикации, с помощью жидкокристаллического индикатора. Также была повышена эффективность обработки информации, благодаря использованию микроконтроллеров фирмы Atmel. А для обеспечения стабильности напряжения питания, был использован импульсный стабилизатор.

### **Литература**

1. Тхоржевский В.П. Автоматический анализ химического состава газов. – М.: Энергия, 1970. – 300 с.
2. Хансуваров К.И., Цейтлин В.Г. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 287 с.



## **РАЗНОВИДНОСТЬ ОПЕРАЦИОННЫХ СТОЛОВ**

Студент группы 113719 Зыкова Е.И.

Д-р техн. наук, профессор Киселев М.Г.

Белорусский национальный технический университет

Хирургия — область медицины, изучающая острые и хронические заболевания, которые лечатся при помощи оперативного (хирургического) метода. Операционный стол является одним из важных оборудованием для хирурга. Пациент укладывается на операционный стол в положении, создающим наиболее удобный доступ к различным участкам тела при проведении хирургических операций.

Различают специализированные и общехирургические операционные столы. [1] Подразделение столов зависит и от области их применения.

Ортопедические столы предназначены для ортопедических и травматологических операций, а также для наложения некоторых видов гипсовых повязок. Стол позволяет производить вытяжение нижних конечностей и благодаря подставке под крестец оставляет открытой область поясницы, таза и бедер для наложения гипсовой повязки.

Нейрохирургический операционный стол удобен для хирургических вмешательств на голове.

Общехирургический операционный стол предназначен для проведения общехирургических операций в госпиталях и клиниках. В зависимости от типа операций используются принадлежности, позволяющие сформировать необходимое положение пациента и надежную его фиксацию.

В настоящее время наиболее совершенными столами считаются системные общехирургические операционные столы, представляющие собой систему колонны операционного стола, сменных столешниц и транспортной системы. Возможность присоединения дополнительных специальных приспособлений делает возможным использование его в качестве гинекологического кресла, ортопедического стола и т.д.

### **Литература**

1. ГОСТ 26161 «Столы операционные. Общие технические требования и методы испытаний»

## **ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АППАРАТОВ РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

Студентка гр. ПБ-82 (магистрант) Иваницкая А.Л.

Канд. техн. наук, доцент Терещенко Н.Ф.,

канд. техн. наук, доцент Филиппова М.В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Травмы суставов нижних конечностей в большинстве случаев приводят к ограничению движений в них. Для лечения этой патологии используется метод иммобилизации конечности с помощью гипса или другого внешнего фиксатора, что неизбежно ведет к ограничению подвижности в суставе и атрофии мышц. Поэтому требуется реабилитация, даже при идеальном первичном лечении, с целью максимального сокращения сроков восстановления.

Эту задачу решают механотерапевтические аппараты, с помощью которых осуществляется разработка суставов и восстановление связочно-мышечного аппарата [1].

Реабилитация конечностей или суставов решает две основные проблемы: восстановление полного объема движений в суставе и наращивание мышечной силы и массы; восстановление правильного стереотипа движений.

Существуют аппараты, как для пассивной реабилитации, действие которого направлены на сгибание и разгибание сустава в пределах заданного угла, так и для активной. Преимущества пассивной- в щадящем режиме разработки сустава та конечности.

Нами был предложен и разработан принцип построения реабилитационного аппарата пассивного, щадящего действия, позволяющий одновременно восстанавливать, разрабатывать коленный, тазобедренный суставы и стопу человека с обеспечением легкого и надежного управления процессом восстановления работоспособности суставов и стопы человека [2].

### **Литература**

1. Бобрин, А.Ф. Аппараты механотерапии при реабилитации после травм / А.Ф. Бобрин, Н.Г. Гончаров, А.Г. Гудков, А.Е. Девис, В.Ю. Леушин, Н.Г. Назаров, // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2010. – С. 58–62.

2. Заявка на патент Украины № и 2014 01622 Аппарат восстановления подвижности коленного, тазобедренного суставов та стопы человека / Н.Ф. Терещенко, В.А. Румбешта, М.В. Филиппова, А.Л. Иваницкая.

## **СТЕНД ДЛЯ ПОВЕРКИ ГАЗОВЫХ СЧЕТЧИКОВ**

Студентка гр. 113219 Кедышко Н.Л.

Доцент Суровой С.Н.

Белорусский национальный технический университет

Газовые счетчики представляют собой специальные приборы, которые предназначены для технологического и коммерческого учета объема потребляемого природного газа или же прочих неагрессивных газов. Чаще всего расход газа измеряют в кубических метрах в час. Газовые счетчики имеют достаточно широкую классификацию. Так, к примеру, в зависимости от условий применения они делятся на бытовые, промышленные, турбинные и ротационные газовые счетчики.

Эксплуатация любых расходомеров счетчиков, в том числе и бытовых счетчиков газа, предполагает проведение периодической поверки. В связи, с чем были разработаны стенды для поверки газовых счетчиков.

В данной работе рассматривается стенд поверки газовых счетчиков, принцип действия которого основан на сопоставлении результатов одновременных измерений объема потока рабочей среды, воспроизводимого с помощью поверочного стенда-комплекса, поверяемым и образцовым средствами, включенными последовательно в измерительную магистраль, за заданный период времени по точкам диапазона расхода. В качестве образцового средства в комплексе используются образцовые микросопла, работающие в критическом режиме – скорость потока в горловине сопла равна критической скорости, а ниже горловины – превосходит ее. Микросопла входящие в набор, обеспечивают воспроизведение необходимых для поверки счетчика расходов. Создание требуемого расхода воздуха через поверяемый счетчик обеспечивается за счет разрежения, создаваемого вакуумной системой комплекса перед подключенным образцовым критическим микросоплом. Подключение в измерительную систему образцового микросопла обеспечивается электровакуумным клапаном. В вакуумной системе комплекса автоматически обеспечивается разрежение в диапазоне от 50 до 80 кПа.

## МАГНИТНО-ЖИДКОСТНЫЙ ПОДВЕС ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА МАЯТНИКОВОГО ГИРОКОМПАСА

Аспирант Клишта А.В.

Канд. техн. наук, доцент Степанковский Ю.В.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В работе рассмотрена возможность создания магнитно-жидкостного подвеса для минимизации действия вредных моментов на чувствительный элемент гироскопа, в котором стабилизация поплавка выполняется посредством постоянных магнитов.

Известно, что самостоятельное использование постоянных магнитов не может обеспечить устойчивое положение тела. Это справедливо как при работе магнитов на отталкивание, так и для магнитов на притяжение. При этом магниты, которые работают на притяжение, обеспечивают центрирование в осевом направлении.

Схема магнитно-жидкостного подвеса приведена на рис. 1.

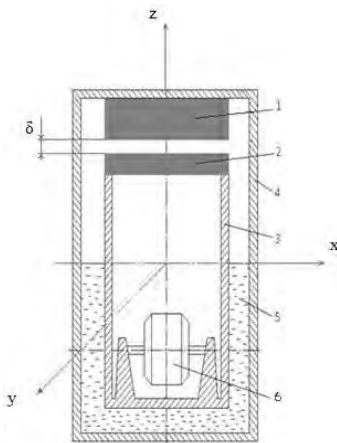


Рисунок 1 – Магнитно-

Обозначения: 1 – постоянный магнит; 2 – постоянный магнит или мягкий ферромагнетик; 3 – поплавок; 4 – корпус; 5 – поддерживающая жидкость; 6 – чувствительный элемент. Элементы 1 и 2 (магнит и ферромагнетик) работают на притяжение и обеспечивают центрирование по оси x. Очевидно, что в каждый момент времени выполняется условие

$F_A + F_M + F_T = 0$ , где  $F_A$ ,  $F_M$ ,  $F_T$  – силы Архимеда, тяготения и магнитного притяжения соответственно. Принципиально такой подвес может быть работоспособным. Это вытекает из того факта, что при уменьшении зазора  $\delta$  сила притяжения магнита возрастает, а Архимедова сила

уменьшается, и наоборот. Для устойчивой работы необходимо, чтоб при увеличении зазора скорость изменения  $F_M$  была бы больше скорости изменения  $F_A$ , а при уменьшении зазора скорость изменения  $F_M$  была бы меньше чем скорость изменения  $F_A$ . Магнитно-жидкостный подвес требует дальнейшей разработки и оптимизации.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ ШАРИКОВ ИЗ ПОДЕЛОЧНОГО КАМНЯ

Студентка гр.113910 Ковалевич К.О.

Канд. техн. наук, доцент Щетникович К.Г.

Белорусский национальный технический университет

Заготовки шариков из стекла, ювелирного камня и других хрупких материалов имеют значительные отклонения от сферической формы и большую разно размерность. Низкая точность шарообразных заготовок связана с технологическими особенностями формообразующей операции, выполняемой без силового или геометрического замыкания инструмента. Разница максимального и минимального диаметров заготовок в партии может быть более 1,0 мм.

При шлифовании шариков между плоскими дисками в начальной стадии обработки основное силовое воздействие инструмента воспринимают отдельные шарики в обрабатываемой партии, имеющие наибольшие размеры. Максимальные нагрузки могут на порядок превышать среднее значение и вызывать повреждение хрупких заготовок.

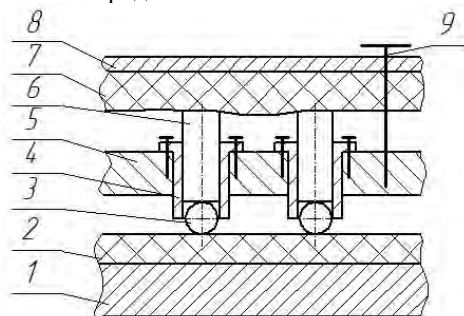


Рисунок 1 - устройство для шлифования шариков

Более равномерное распределение нагрузки на шарики обеспечивает сборный инструмент, представленный на рисунке 1. В состав инструмента входит нижний диск 1, имеющий резиновое покрытие 2, и верхний диск 5, в отверстиях которого установлены втулки 4. Обрабатываемые заготовки 3 размещают во втулках, в которых помещены цилиндры 6, и прижимают к шарикам верхней пластиной 8 через эластичную прокладку 7 большой толщины. Нагрузка на шарик определяется весом цилиндра и степенью деформации эластичной прокладки 7, которая регулируется винтами 9.

В процессе обработки при перемещении нижнего диска мгновенные изменения диаметра шарообразной заготовки под цилиндром сопровождаются его вертикальными смещениями. Материал прокладки имеет низкое значение модуля эластичности, поэтому дополнительная деформация вызывает незначительное увеличение давления на заготовку.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПЕРВИЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

Студент гр. ПИ-31м (магистрант) Коваль И.И.  
Канд. техн. наук, доцент Згуровская Л.П.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В связи с развитием информационных технологий, автоматизацией производственных процессов и экспериментальных исследований с применением ЭВМ возникает необходимость расширения функциональных возможностей первичных преобразователей информационно-измерительных систем, возрастают требования к точности, быстродействию, чувствительности при измерении величин, которые изменяются, осуществлению полной автоматизации процедур косвенных, совокупных и совместных измерений; выдачи результатов измерений в цифровой форме непосредственно информационно - измерительной системе.

Аналоговые датчики не могут удовлетворить эти потребности, поэтому нужны цифровые преобразователи, которые встраиваются непосредственно в измерительный датчик (в которых фильтр, усилитель и аналого-цифровой преобразователь будут расположены в непосредственной близости к аналоговой части преобразователя). Таким образом, мы предотвратим влияние температурного сопротивления проводников, электромагнитных наводок на входной сигнал датчика, а измеряемая величина автоматически в результате квантования, дискретизации, сравнения, цифрового кодирования и соответствующих вычислений будет поступать на измерительный прибор в виде цифрового кода, отображающего значение этой величины. Это даст возможность располагать измерительные преобразователи на значительных расстояниях от регистрирующих приборов, и осуществлять прямое их подключение к ЭВМ, а также передавать сигнал в закодированном виде, что сделает его защищенным от несанкционированного изменения сигнала в измерительном канале.

Несмотря на частичное искажение сигнала при дискретизации, его передача и хранение в цифровом виде надежнее, а значит меньше вероятность искажения сигнала на пути следования от датчика к цифровой измерительной системе.

В докладе анализируется соотношение цена/качество датчиков на примере весоизмерительных комплексов при конструировании, изготовлении, градуировке, поверке и в которых применяются дельта-сигма аналого-цифровые преобразователи с последующим их включением в состав SCADA-систем.

**К ПРОБЛЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАКУУМНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ТРЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ**

Аспирант Ковальчук А.В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в сфере инженерии поверхности и защитных покрытий выделяют вопросы, решение которых позволит перейти на новый уровень развития. Основные исследования направлены на все более качественное создание слоистых систем, упрощение процессов получения покрытий, увеличение качества получаемых композитов, замену дорогостоящих материалов на более дешевые. Активно ведется изучение путей повышения качества композитов воздействием как на покрытие в процессе нанесения и после него, так и на металлическую подложку. В этой связи активно ведутся разработки «дуплекс-процессов». Несомненными лидерами в этой области являются США, Китай, Япония, некоторые страны ЕС. Предварительный анализ эффективности использования таких технологий в условиях рынка СНГ оставляет актуальной задачу поиска компромиссных решений в вопросе качества и стоимости получения слоистых композитов.

Сложившиеся тенденции ухода от объемной упрочняющей обработки, создающей определенные трудности при работе с прецизионными деталями, перенесли внимание на свойства поверхностных слоев, непосредственно участвующих в процессе изнашивания. Так показана эффективность формирования свойств рабочей поверхности комплексной обработкой и предложено повышать несущую способность покрытий при упрочнении металлической подложки [1]. Это позволяет создавать слоистые композиции на низколегированных конструкционных материалах с формированием свойств поверхности в результате регламентированного термохимического воздействия и сделать научно обоснованным снижение толщины покрытий в таких слоистых системах, что особенно актуально в условиях белорусских предприятий, где снижение ресурсоемкости производства выделяется как отдельное стратегическое направление развития.

**Литература**

1. Константинов, В.М. Влияние модифицирования подложки на свойства топокомпозита / В.М. Константинов, Ф.Ф. Комаров, В.В. Пилько, Г.А. Ткаченко, А.В. Ковальчук // "Актуальные проблемы прочности", международная научная конференция (53 ; 2012 ; Витебск). – 53 Международная научная конференция "Актуальные проблемы прочности", 2-5 октября 2012 года, Витебск, Беларусь : сборник материалов : в 2 ч. - Витебск: ВГТУ.– Ч.1. – С. 155–158.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ МАГНИТОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ**

Студент гр. ПБ-82 (магистрант) Кос А.С.

Канд. техн. наук, доцент Терещенко Н.Ф.

Национальный технический университет Украины «КПИ»

Воздействия физическими факторами на человека в физиотерапии должны иметь целью достижение лечебного эффекта при минимуме побочных явлений. Поэтому при разработке физиотерапевтической техники, первоочередным должно быть ее направленность на достижение одного или нескольких вполне определенных терапевтических эффектов и предотвращение побочных физиологических реакций на эти воздействия со стороны организма.

Как стационарные, так и «бегущие» магнитные поля могут обеспечивать, наряду с трофическими, эффекты дистрофические, оттока питающих и дренирующих жидкостей за счет формирования разной магнитной и постэлектрической полярности воздействия. Это позволяет на уровне первичных реакций, наряду с рецепторной, обеспечивать и местную гуморальную регуляцию.

Преимущества «бегущих» магнитных полей над стационарными в их топологической информативности. Направление и локализация магнитного потока определены в такой реализации поля в соответствии со структурными и функциональными особенностями зоны воздействия, зоны реакции, а также согласно значениям параметров самой реакции.

Нами предложен та опробован способ импульсной магнитотерапии, включающий воздействие на пациента импульсным магнитным полем, с использованием биполярных импульсов магнитное поле, периодически изменяется по амплитуде с индукцией (5,0-80,0) мТл. и частотой следования импульсов (0,1-20,0) Гц., а для формирования биполярного импульсного периодически изменяющегося по амплитуде магнитного поля используют импульсный ток, изменяющийся по синусоидальному, пилообразным или трапецеидальным законами, а процесс воздействия импульсным магнитным полем на пациента контролируют путем замера значений магнитной индукции на участке тела пациента в зоне действия поля и значений временного и поверхностного градиентов температуры в этой же зоне в период с начала процедуры воздействия и ее окончания [1].

### **Литература**

1. Патент Украины № 82553 на полезную модель Способ импульсной магнитотерапии / Терещенко Н.Ф., Кос А.С., Терещенко С.Н. - Опубл. 12.08.2013 г. Бюл.15.



## **ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Студент гр. ПБ-02 (бакалаврат) Кравченко А.Ю.

Канд. тех. наук, доцент Терещенко Н.Ф.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Лечение при помощи ультразвука широко применяется в медицине для лечения различных заболеваний. И вопрос о контроле интенсивности его воздействия на организм является достаточно актуальным.

Ультразвуковые волны малой и средней интенсивности вызывают в живых организмах положительные эффекты, стимулируют протекание естественных физиологических процессов.[1]

Поэтому нами разработан принцип построения автоматизированных ультразвуковых терапевтических систем.[2] Где помимо излучателя используются тензодатчики. Что позволяет получать сигналы об интенсивности воздействия, которые поступают на блок управления, где на их основе происходит коррекция интенсивности излучения ультразвука от основного ультразвукового преобразователя. Причем за счет того, что используются три тензодатчика, получаемая информация от них имеет среднее значение сигнала интенсивности воздействия на организм человека.

Ультразвуковые колебания увеличивают проницаемость кожи для частиц лекарственного вещества: они легко проникают в организм и накапливаются, образуя "кожное депо", потом лекарство постепенно из депо поступает в кровь. Важно правильно выбрать дозировку препарата, частоту и режим работы.[3]

Таким образом, в предложенном нами принципе построения автоматизированных ультразвуковых терапевтических систем [2], реализован контроль интенсивности ультразвукового воздействия на организм человека при проведении процедур лечения ультразвуком.

### **Литература**

1. Акопян Б. В. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами/ Б.В. Акопян, Ю.А. Ершов, М: Медицина, 1980.- 201с.
2. Заявка на Патент Украины № u201400093 Ультразвуковая автоматизированная терапевтическая система// Терещенко Н.Ф., ПаткевичО.И., Кравченко А.Ю.
3. В. К. Цапенко Ультразвук в медицине//курс лекций, К.: 2011. – 33с.

## УСТАНОВКА ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ ШАРОВ ОБРАЗИВНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Студентка гр. 113711 Красовская И.А.

Канд. техн. наук, доцент Щетникович К.Г.

Белорусский национальный технический университет

Установка предназначена для шлифования и доводки шаров из стекла и поделочного камня двумя инструментами чашечного типа с пересекающимися осями вращения. Особенностью используемого в установке способа шлифования является дополнительный контакт заготовки с фрикционным диском, сообщаемым шару закономерное вращение вокруг двух взаимно перпендикулярных осей (Рисунок 1).

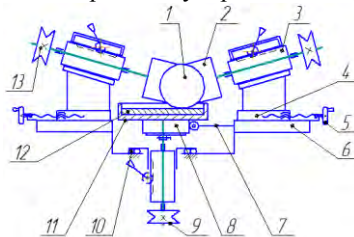


Рисунок 1 – Схема установки для шлифования шаров

Обрабатываемая заготовка 1 устанавливается между двумя чашеобразными инструментами 2, так чтобы оси вращения пересекались в центре шара. Предварительный подвод инструментов осуществляется перемещением кареток 4 по направляющим 6 при вращении винтов 5. Для окончательного положения инструмента смещаем пиноли 3.

К заготовке подводится диск 11, на верхней торцевой поверхности которого закреплено резиновое покрытие 12, а на нижней – кулачок 8. Вращение диску и инструментам сообщается через шкивы 9 и 13 от отдельных электродвигателей (на схеме привод не показан). Нижний шпиндель установлен на направляющих качения 10, поэтому в процессе обработки диск совершает как вращательное, так и дискретное колебательное перемещение в горизонтальной плоскости вследствие силового замыкания кулачка и толкателя 7. Значительные силы сцепления, действующие в зоне контакта диска с шаром, заставляют шар вращаться и периодически поворачиваться вокруг перпендикулярных осей. Такая кинематика обеспечивает непрерывное изменение положения мгновенной оси вращения шара и получение точной сферической поверхности.

## РАЗРАБОТКА ЛАЗЕРНОГО РАСХОДОМЕРА

Крупский А.А.

Белорусский национальный технический университет

В связи с ростом цен на энергоносители и требованиями промышленности к повышению точности измерения расхода природного газа, нефти и других видов топлива начата разработка лазерных расходомеров. Точность существующих средств измерения расхода природного газа приблизилась к своему теоретическому пределу, и дальнейшее повышение точности без перехода на принципиально новые методы не дает надежды на преодоление достигнутого уровня.

Наибольший интерес среди которых представляют методы лазерной доплеровской интерферометрии. Эти методы оказались наиболее эффективными при исследовании статистически рассеивающих физических сред (жидкостей, газов). Высокая точность и широкий диапазон измерений скорости (до 0,05 % в диапазоне от  $10^{-3}$  до  $10^3$  м/с), помехоустойчивость, отсутствие контакта с контролируемой средой и другие преимущества обуславливают большую перспективность применения.

Принцип действия расходомеров данного типа основан на измерении разности частот, возникающих при отражении светового или звукового луча движущимися частицами потока.

Свет отражается (или рассеивается) от большого числа естественных или искусственных неоднородностей измеряемого вещества. Вследствие чего на приёмник будет поступать сигнал, содержащий случайные составляющие спектра, так как характер сложения амплитуд и фаз элементарных отражений случайный. Чаще всего источник излучения и фотоприемное устройство располагаются на противоположных сторонах трубы, несмотря на то, что при этом требуется весьма жесткая опорная конструкция, обеспечивающая неизменность положения оптической системы. При необходимости всю систему можно расположить с одной стороны, но в этом случае потребуются более мощный источник излучения и более чувствительная измерительная схема, так как здесь на фотоприемник поступают отраженные лучи, направленные в сторону, противоположную движению потока, интенсивность которых в сотни и тысячи раз меньше лучей, отражаемых по направлению потока.

Измерение доплеровского сдвига частоты при обычных скоростях основано на измерении частоты биений двух когерентных оптических сигналов, из которых один опорный, а другой рассеиваемый неоднородностями движущегося вещества.

## **ГЛАВНЫЕ НЕДОСТАТКИ КОНСТРУКЦИИ ЦЕНТРИФУГ И СПОСОБЫ ЕЁ МОДЕРНИЗАЦИИ**

Студент гр. ПБ-02(бакалавр) Кузич О.М.

Ассистент Яковенко И.О.

Национальный технический университет Украины «КПИ»

На сегодняшний день одним из ответственных этапов в клинических исследованиях есть центрифугирование крови для получения плазмы, сыворотки и форменных элементов крови. Работа на центрифугах, кажется простой, но на самом деле допускаются множество ошибок на практике, когда результаты анализов бывают неточными, теряется образец крови.

В работе были рассмотрены и проанализированы основные проблемы современных центрифуг и предложены пути их решения.

Для лучшей работы центрифуги необходимо обеспечивать быстрый разгон и быстрое торможение при минимальных тепловыделениях, поскольку при перегреве биоматериалы теряют свою пригодность и результаты становятся неверными. Так же для точности медицинских исследований необходимо точно выставлять скорость проведения центрифугирования, это необходимо как для ежедневных процедур и для новых исследований и разработок новых вакцин.

Для улучшения управления точностью скорости вращения центрифуги можно воспользоваться двумя путями. Первый из них это усовершенствование аппаратной части: инвертора двигателя и вала вращения. Вторым способом решения данной проблемы может быть применения микроконтроллеров со специально разработанными программами для установки точной скорости вращения и передачи информации.

Современная центрифуга, используемая в медицинских клинических лабораториях, должна иметь микропроцессор, обеспечивающий возможность программирования прибора и вывода параметров его работы на дисплей. Помимо этого медицинская центрифуга также может обладать системой охлаждения, которая обеспечит определенные температурные условия материалов при проведении центрифугирования. Для осуществления решения этой задачи необходимо использовать систему климат-контроля или рефрижерант. Первый вариант гораздо лучше, так как биоматериалы будут постоянно находиться в наиболее благоприятной среде.

Модернизация центрифуг значительно повысит точность медицинских исследований и ускорит развитие медицины.

## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ВИБРАЦИОННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

Студент гр. ПГ-31м (магистр) Кузнецов А.В.

Ассистент Павловский А.М.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Среди наиболее опасных факторов, влияющих на механические и электромеханические системы, являются линейные перегрузки и вибрация. Причиной появления таких явлений может быть несовпадение центра массы тела и оси вращения, возникновение неуравновешенного силового воздействия при работе устройств и т.д. С другой стороны, вибрация несет информацию об общем вибрационном состоянии объекта, а изменение вибрационных параметров используется для определения её функционального состояния. Поэтому контроль вибрационных параметров является актуальной и важной задачей.

Контроль уровня перегрузки и вибрации чаще проводят системы, разработанные непосредственно под заданный объект исследования, а потому при его изменении необходимо или изменение конструкции, или перенастройка системы измерения. Для решения поставленной задачи был создан универсальный вибрационный преобразователь (УВП) электрическая схема которого представлена на рис. 1.

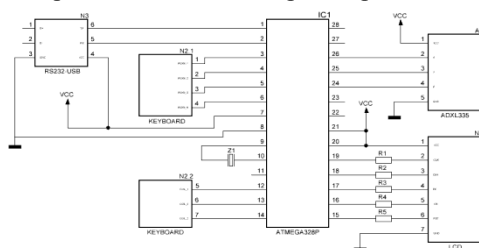


Рисунок 1 – Электрическая схема УВП

Основным преимуществом созданного УВП является возможность подключения широкого спектра датчиков и как результат – измерение необходимого диапазона вибраций. Для выбора диапазонов вибрации в УВП предусмотрен модуль клавиатуры.

Необходимая информация может быть выведена или на жидкокристаллический дисплей, или передана на ПК используя USB-интерфейс. Также с помощью USB-интерфейса производится перепрограммирование МК ATMEGA328, который использован в качестве вычислительного ядра, для изменения алгоритмов обработки полученных сигналов или переопределения типа подключаемого чувствительного элемента.

Таким образом, созданный универсальный вибрационный преобразователь позволяет решить актуальную задачу универсализации систем контроля вибрационного состояния объектов.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

Студент гр. 113229 Кураленя А.А.

Канд. техн. наук, доцент Зайцева Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Отопительные системы – это такие системы, которые обеспечивают искусственный обогрев помещений с целью возмещения в них тепловых потерь и поддержания на заданном уровне температуры, отвечающей условиям теплового комфорта и/или требованиям технологического процесса. Все отопительные системы можно легко классифицировать:

- 1) По взаимному расположению главных элементов системы отопления: центральные и местные.
- 2) По виду теплоносителя, который выполняет функции передачи тепла в помещение при помощи отопительных приборов: паровые, водяные, воздушные и комбинированные.
- 3) По способу кругооборота теплоносителя: естественной циркуляцией и искусственной.
- 4) По величине теплоносителя: высокотемпературные выше 100°C и низкотемпературные ниже 100°C.

Современный уровень развития техники позволил осуществлять одновременное воздействие несколькими физическими факторами для отопления. Параллельное применение нескольких способов отопления делает работу всей системы более быстрой, отопление помещений происходит в короткий срок, однако почти всегда это связано с дополнительными энергозатратами. Здесь возникает вопрос о том, как сократить эти затраты и получить то же количество тепловой энергии. Анализ литературных источников показал, что комбинация различных способов нагрева, и применение нескольких нагревательных элементов с разным принципом действия даёт необходимую экономию в энергоресурсах. В настоящее время наиболее часто используются следующие нагревательные элементы: ТЭН (используется в большинстве нагревательных и отопительных приборах), ИК-излучатели, биспираль на керамических основаниях; спирали в кварцевых трубках; индукционные нагреватели. Используя комбинацию данных типов нагревателей, можно получить современную отопительную систему с низкими энергозатратами.

## **ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУРЫ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ**

Аспирант Лабунь Е.И.

Д-р техн. наук, профессор Киселев М.Г.

Белорусский национальный технический университет

1. Разработана методика и создан экспериментальный комплекс, позволяющие осуществлять процедуру электростимуляции при сообщении электроду вынужденных колебаний различной частоты и амплитуды в трех направлениях относительно поверхности кожи, обеспечивающих различные условия их контактного взаимодействия. В частности, условия виброударного взаимодействия, когда колебательные смещения электрода направлены перпендикулярно поверхности кожи, фрикционного – когда колебательные смещения действуют параллельно ей, и ударно-фрикционного, при котором имеет место её периодическое косое соударение с поверхностью электрода.

2. На основании анализа результатов предшествующих исследований, посвященных изучению сочетанного применения вибрации и электростимуляции, показана возможность усиления стимуляционного воздействия как за счет периодического механического раздражения мышцы, так и за счет влияния на неё импульсным током частоты 20-30Гц.

3. На основании анализа экспериментальных данных, полученных на 11 волонтерах, установлено, что для достижения наибольшей эффективности проведения физиотерапевтической процедуры следует использовать колебательные системы, обеспечивающие ударно-фрикционный режим его взаимодействия с поверхностью кожи, в частности, массажер ударно-фрикционного действия.

### **Литература**

1. Осипов, А.Н. Влияние направления сообщаемых электроду колебаний на характер модуляции электростимуляционных токов / А.Н. Осипов, М.Г. Киселев, Е.И. Лабунь // Доклады БГУИР. – 2014. – №1(79).– С. 53–58.

## ЭКОЛОГИЧНАЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩАЯ МАШИНА ДЛЯ КРЕСТЬЯНСКИХ ХОЗЯЙСТВ

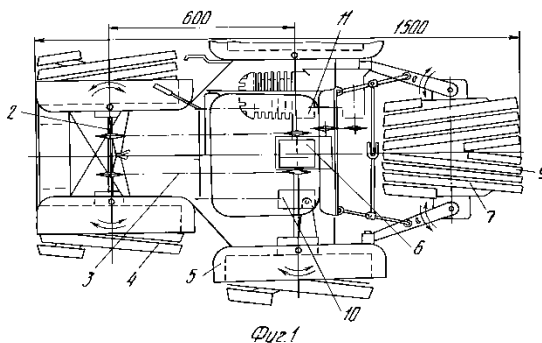
Студент гр. 113220 Маркевич Д.Л.

Ст. преп. Колесников В.С.

Белорусский национальный технический университет

Предлагается конструкция многоцелевой машины, управляемой сидящим на ней оператором. Обработка почвы производится самоочищающимися колесами-фрезами с большой площадью опоры, что позволяет на влажных почвах, не уплотняя их, выполнять операции: прополку, выравнивание, посадку (посев), нарезку борозд, окучивание, опрыскивание, и др.

Создание легкой самоходной машины, управляемой сидящим на ней оператором и способной выполнять все основные операции на почве, не уплотняя ее. Рабочие органы предложенной машины (см. рисунок), так же как и колеса – несущие (опорные). При этом последние выполнены в виде нескольких полосовых колец с режущими почву кромками, установленными под углом к ходу машины (на схождение). Кольца вращаются и смещаются по почве, срезая ее. Буксование тоже способствует рыхлению почвы, причем сразу всеми колесами одной стороны, поскольку они закольцованы цепью. Машина опирается на почву полосовыми кольцами, которые могут быть выполнены и в виде упругих полосовых лопаток, изогнутых по спирали и образующих обод колеса. При этом они закреплены одним концом на ступице для самоочистки от забивающейся в них почвы.



Машина состоит из двигателя внутреннего сгорания 1, муфты сцепления, коробки передач, карданных 2 и цепных приводов 3 на колеса-фрезы 4, закрытые крыльями и установленные слева и справа от дифференциала 6 по ходу машины с возможностью схождения и смещения к осевой линии.



## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ПЕРЕКОСА КРЕСТОВОГО СТОЛА ОТ СМЕЩЕНИЯ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ СИСТЕМЫ ДВУХ КАРЕТОК

Студент гр. 113210 Маркушевский Д.А.

Канд. техн. наук Есьман Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Стол координатный У10-1 скомпонован по типу крестового стола и состоит из нижней массивной чугунной плиты и двух кареток, перемещающихся во взаимно перпендикулярных направлениях. Каретки смонтированы на аэростатических направляющих. В качестве привода применён линейный шаговый двигатель. Система отсчета перемещений основана на применении датчика линейных перемещений У16-2 (растровый датчик с фотоэлектронным счетчиком муаровых полос). Анализ причин, приводящих к перекосу кареток стола в вертикальной плоскости, показал, что их можно разделить на две группы:

- причины, действующие постоянно и приводящие к постоянному по знаку и величине перекосу (смещение центра тяжести каждой каретки по отношению к оси симметрии направляющих этой каретки, разноглубинность микроканалов направляющих каждой каретки, разность давлений в рабочем зазоре каждой направляющей);

- причины, действующие не постоянно и приводящие к перекосу, не постоянному по величине и знаку (смещение центра тяжести системы, состоящей из двух кареток, под действием перемещения верхней каретки по направляющим нижней, случайный перепад давления в сети питания направляющих). Компенсация перекоса, вызванная причинами первой группы, обеспечивается конструкцией направляющих кареток, которая предусматривает наличие специального дросселирующего отверстия, с помощью которого происходит стравливание части воздуха в атмосферу, что обеспечивает нивелировку направляющих и, следовательно, поверхности кареток и стола. Перекос, вызванный причинами второй группы, практически нельзя компенсировать. Расчет показал, что величина перекоса в этом случае составляет от 0,0005 до 0,0015 мм и зависит от диаметра экспонируемой пластины и положения точки на ней. Уменьшить величину перекоса можно за счет:

- ограничения перемещения верхней каретки, что приводит к меньшему смещению центра тяжести всей системы;

- уменьшения массы верхней каретки

- введения в систему датчика перекоса стола и введение обратной связи датчик-дросселирующее отверстие на соответствующей направляющей.

## ПЬЕЗОРЕЗОНАНСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ КАСАНИЯ

Студент гр. 022401 Минченя А.В.<sup>1</sup>

Канд. техн. наук, доцент Соломахо Д.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

Объектом разработки является датчик касания, предназначенный для автоматизированных методов контроля геометрических размеров деталей. В датчиках касания применяются различные методы преобразования сигнала при касании объекта измерения шупом: электроконтактные; с пьезоэлектрическими, оптоэлектронными преобразователями и др. Недостатками известных конструкции являются сложные схемы обработки измерительного сигнала, невысокая надежность и точность.

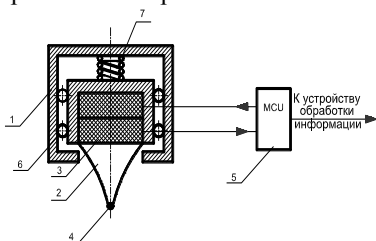


Рисунок 1 – Преобразователь касания

В данной работе приводится описание разработанной нами конструкции измерительной головки [1] с датчиком касания, состоящего из корпуса 1, концентратора ультразвуковых колебаний 2, пьезоэлектрического преобразователя 3, измерительного наконечника 4, электронного блока 5, содержащего генератор электрических колебаний, регистратор изменения амплитуды и формирователь командных сигналов, направляющих 6 и пружины 7. Причем концентратор ультразвуковых колебаний выполнен в виде стержня переменного сечения с экспоненциальной образующей, пьезоэлектрический преобразователь составлен из двух пьезокерамических дисков, один из которых является преобразователем энергии, а другой – датчиком амплитуды колебаний, а электронный блок выполнен в виде микроконтроллера. Пьезоэлектрический преобразователь 3 и концентратор 2 образуют полуволновую колебательную систему и при касании измерительным наконечником 4 поверхности объекта измерения происходит резкое изменение резонансной частоты и амплитуды колебаний. С датчика амплитуды переменное напряжение подается на вход микроконтроллера и с помощью специальной программы происходит фиксация момента времени, в который произошло изменение параметров.

### Литература

1. Патент РБ 4685, МПК G 01 B 5/00/Бюл.№25 - 30.10.2008 г.

## **УСТАНОВКА АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ КОНТРОЛЯ ЖЕСТКОСТИ СТЕРЖНЕВЫХ ВОЛНОВОДОВ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТРОМБОЛИЗИСА**

Студент гр. 022401 Минченя А.В.<sup>1</sup>

Канд. техн. наук, доцент Савченко А.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники

Гибкие тонкие стержневые волноводы для передачи ультразвуковых колебаний в зону обработки находят все более широкое применение в различных областях науки и техники, например, для ультразвукового тромболизиса, трансуретральной литотрипсии, разогрева топлива при низких температурах, ультразвуковой очистки сложных для доступа каналов технических систем. Однако, несмотря на такое широкое применение волноводов в технике, их методики проектирования отсутствуют, а анализ и синтез осуществляются в основном эмпирическим способом. Связано это с тем, что колебания гибких волноводов имеют сложный характер, их рассматривают как связанные изгибно-продольные и на практике изгибные и продольные колебания такого волновода не могут рассматриваться независимо. Необходимость контроля изгибной жесткости, вызвана наличием корреляции между жесткостью волновода и его акустическими параметрами, а также большими углами изгиба дистальной части волноводной системы при продвижении внутри артерии.

Целью работы является разработка автоматизированной установки для контроля изгибной жесткости дистальной части гибких стержневых волноводов, для сортировки по группам и обеспечения их взаимозаменяемости при проведении операций.

В работе приводится описание установки, состоящей из устройства нагружения, измерения деформации, привода перемещения волновода. Управление установкой и обработка результатов контроля осуществляется от компьютера через последовательный порт RS-232C, посредством специального программного обеспечения. Результаты контроля партии гибких волноводов изготовленных по технологии электролитно-плазменной обработки на унитарном предприятии «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник», показали, что волноводы можно рассортировать на две группы с диапазонами частот 25,4-25,6 кГц и 26,1-26,3 кГц. и для каждой группы установить необходимый диапазон девиации частоты генератора чтобы обеспечить заданный режим работы акустической системы при ультразвуковом тромболизисе.

## СПЕКТРОФОТОМЕТР

Студентка гр. 113219 Можанская А.В.

Канд. техн. наук, доцент Новиков А.А.

Белорусский национальный технический университет

Спектрофотометрия широко применяется при изучении строения и состава различных соединений (комплексов, красителей, аналитических реагентов и др.), для качественного и количественного определения веществ (определения следов элементов в металлах, сплавах, технических объектах).

Спектрофотометр – основной прибор, используемый в спектрофотометрии. Предназначен для измерения отношений двух потоков оптического излучения, один из которых — поток, падающий на исследуемый образец, другой — поток, испытавший то или иное взаимодействие с образцом. Позволяет производить измерения для различных длин волн оптического излучения, соответственно в результате измерений получается спектр отношений потоков. Обычно используется для измерения спектров пропускания или спектров отражения излучения

В зависимости от области применения спектрофотометра различается и его конструкция. Так может проводиться исследование отраженного преломленного, люминесцентного или флуоресцентного излучения исследуемого образца. В качестве источников излучения в спектрофотометрах применяют дейтериевую (или водородную) лампу (в УФ области) и вольфрамовую лампу накаливания или галогенную лампу (в видимой и ближней ИК областях). Приемниками излучения служат фотоэлектронные умножители (ФЭУ) и фотоэлементы (фоторезисторы на основе PbS).

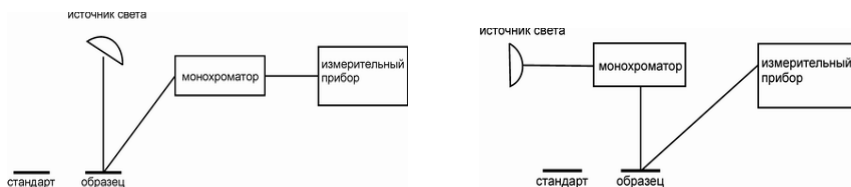


Рисунок 1 – две основные схемы спектрофотометров

Диспергирующими элементами прибора являются призмный монохроматор или монохроматор с дифракционными решетками. Спектр получают в графической и цифровой формах. Основные характеристики приборов: точность определения длины волны излучения и величины пропускания, разрешающая способность, светосила, время сканирования.

## **ОСОБЕННОСТИ ОПЕРАЦИОННОГО МИКРОСКОПА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ**

Студентка гр. 113219 Мытько Т.О.

Доцент Суровой С.Н.

Белорусский национальный технический университет

Операционные микроскопы в области офтальмологии применяют при проведении витреоретинальных операций, при удалении катаракты, операций на заднем отрезке глаза и при других хирургических вмешательствах. При работе операционный микроскоп должен обеспечить четкое, контрастное и детальное стереоскопическое изображение, реалистичную цветопередачу, большую глубину резкости. Важным требованием является оптимальное освещение, для чего используется галогенная лампа мощностью не менее 100 Вт. Для защиты глаз пациента от избыточного облучения встраивается защитный фильтр глаза.

Для получения стереоскопического изображения предлагается набор линзовых элементов, представляющих собой растровую пластинку, и ПЗС-матрица фотоаппарата или видеокамеры. Растр разлагает трехмерное изображение объекта на множество двумерных, которые фиксируются на ПЗС-матрице. Затем используется интегрирующее свойство другого раstra, которое позволяет синтезировать изображение из отдельных двумерных элементов и восстанавливает трехмерность этого изображения. Получается объемное изображение, которое детально передается на устройство воспроизведения.

Предлагается операционный микроскоп с пятиступенчатым переключателем настройки увеличения с кратностью увеличения 0,4/0,6/1,0/50/100. Он имеет функцию измерения требуемых размеров дефектов глаза. В микроскоп перед увеличивающей линзой встраивается прозрачное стекло с предварительно нанесенной шкалой. Цена деления шкалы 0,2 мм. Предел измерений -6 – +6 мм.

Срок службы операционного микроскопа не менее 50000 часов или 25 лет. Микроскоп прост и удобен в использовании и, несмотря на то, что стоимость его высока, в хирургии глаза он остается востребованным и необходимым прибором.

### **Литература**

1. Скворцов Г.Е. Микроскопы. / Г.Е. Скворцов, В.А. Панов, Н.И. Поляков, Л.А.Федин. «Машиностроение», 1969 г. – 512 с.

## МЕТОД FLIP CHIP С ОТРАЖАЮЩИМ ЗАДНИМ КОНТАКТОМ

Магистрант Наронский И.И.

Канд. техн. наук, доцент Лихачевский Д.В.

Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

Каждый год появляются новые методы по улучшению технических и эксплуатационных показателей светодиодов. Одним из таких примеров может служить технология flip chip с отражающим задним контактом для светодиодов синего и ультрафиолетового диапазонов, с использованием оксида индия ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) и олова ( $\text{SnO}_2$ ). Нанесение тонких слоев оксидов можно осуществить несколькими способами: методом магнетронного распыления материала мишени, электронно-лучевого испарения из гранул вещества и др. Для увеличения коэффициента пропускания пленок, проводится отжиг, соответствующий определенному способу. Несомненным достоинством данного раствора является высокая оптическая прозрачность тонких слоев материала при его одновременной теплопроводности. В процессе эксплуатации наблюдается увеличение внешней квантовой эффективности кристаллов до 20% по сравнению с коэффициентом отражения контакта на основе Ni/Ag [1]. В кристаллах flip chip значение коэффициента отражения от контакта играет важную роль ввиду того, что из-за высокого коэффициента преломления света в структурах AlGaInN и эффекта полного внутреннего отражения значительная часть излучения может покинуть кристалл только после неоднократного отражения от контактов через специальные элементы конструкции кристаллов. В данной ситуации даже незначительные отклонения отражательной способности контакта могут кардинально повлиять на эффективность прибора в целом [2]. Сдерживающим фактором снижающим способность вывода света из кристалла, является захват излучения в волновод, предотвратить который можно за счет внесения рассеивающих элементов в конструкцию светоизлучающего кристалла.

Данная технология может получить широкое распространение при проектировании особо мощных кристаллов, а также в производстве жидкокристаллических дисплеев, сенсорных панелей, солнечных элементов.

### Литература

1. Физика и техника полупроводников. – 2009. – том 43, вып. 11.
2. Д.А. Закгейм, И.П. Смирнова, И.В. Рожанский, С.А. Гуревич, М.М. Кулагина, Е.М. Аракчеева, Г.А. Онушкин, А.Л. Закгейм, Е.Д. Васильева, Г.В. Иткинсон. ФТП, 39, 885 (2005).

**УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЯЗКО-УПРУГОГИХ МАТЕРИАЛОВ**

Студентка гр. 113710 Насанович М.С.

Канд. техн. наук, доцент Минченя Н.Т.,

канд. техн. наук, доцент Савченко А.Л.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время вопрос измерения деформационных свойств эластичных материалов, применяемых в медицине, решается по двум направлениям. Первое заключается в применении методов неразрушающего контроля. Второе – в оценке свойств материала по его реакции на вдавливание жёсткого индентора. Методы по скорости изменения нагрузки подразделяются на статические и динамические. Перспективным направлением статических методов можно назвать метод, основанный на непрерывной регистрации процессов вдавливания индентора. Эффективность состоит в переходе от регистрации только конечного результата испытаний к изучению всей кинетики процесса вдавливания. Известны приборы, работающие по методу Шора с выдержкой образца под нагрузкой и регистрацией величины внедрения индентора. Недостатки известных методов в том, что точность зависит от времени выдержки образца под нагрузкой, кинетика процесса вдавливания вообще не регистрируется. Нами предлагается конструкция установки для измерения деформационных свойств вязко-эластичных материалов, позволяющая повысить точность измерения, производительность и регистрировать кинетику процесса деформации материала индентором. Для этого установка содержит основание с автоматической регулировкой высоты предметного столика. На стойке, жестко соединенной с основанием, установлено устройство, включающее шток, несущий индентор. С другой стороны, стойка содержит электромагнитное нагружающее устройство, соединённое неподвижной частью с основанием, датчик силы и датчик перемещения индентора. Датчики и электромагнитное устройство соединены с электронным блоком, который соединен с контролером. Задается закон нагружения, регистрируется зависимость выходного сигнала силоизмерителя от времени нагружения, зависимость глубины внедрения от того же времени, вычисляется скорость измерения нагрузки и скорость деформации образца. Анализ этих данных дает информацию о кинетике деформации материала. Далее определяется отношение  $K$  скорости изменения нагрузки  $V_n$  к скорости деформации образца  $V_{обр}$ :  $K = V_n / V_{обр}$ .

Применение установки позволит значительно повысить точность измерения деформационных параметров вязко-эластичных материалов.

## АППАРАТ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОКТЕЙЛЕЙ

Студент гр.113220 Пилипенко А.О.

Ст. преп. Колесников В.С.

Белорусский национальный технический университет

Те, кому уже неинтересно ходить в ночные клубы, а рестораны дороги (а иногда и скучны), выбирают для отдыха кафе или бары. И, как правило, в них посетители пьют не алкоголь в чистом виде, а коктейли. Некоторые и вовсе не хотят никуда идти, но не прочь побаловать себя коктейлем дома.

Коктейль — напиток, получаемый смешиванием нескольких жидкостей. Коктейли бывают алкогольные (в качестве одного или нескольких ингредиентов содержащие спиртные напитки) и безалкогольные.

Не каждый знает, как приготовить коктейль, что для этого нужно и в каких пропорциях, что с чем нужно смешивать, а ведь для приготовления коктейля в домашних условиях не потребуются никакая-то специальная техника, не уйдет на это и много времени достаточно нажать на кнопку подождать пару минут и вкуснейший напиток будет готов! При минимуме затрат вы получаете вкусный, полезный и действительно освежающий напиток. Такой машиной является аппарат для приготовления коктейлей. Аппарат будет большим помощником во время вечеринок и других домашних мероприятий.



Состав идеального коктейля это правильный подбор трех главных составляющих:

- 1) основы
- 2) модифицирующего напитка
- 3) дополнительных ингредиентов

В качестве основы коктейля чаще всего выступают сок, алкогольные напитки. Модификатор вносит изменения в основу: смягчает ее вкус, добавляет сладости и т.д. Но именно дополнительные ингредиенты творят с напитком настоящие чудеса: подчеркивают вкус, добавляют аромат, изменяют цвет.

**Коктейли** – это не только прекрасный способ провести вечер в дружеской компании, но и настоящее удовольствие для детей, когда речь идет о безалкогольных напитках.



**TI-FREE PVD HARD COATING**

Student gr. ПБ-81 (undergraduate) Podolianets Pavlo

PhD, Prof. V.S. Antonjuk

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

Ti-based coatings represent the state-of-the art for PVD hard coatings used in industrial machining applications. However, new challenges mainly in the field of metal cutting as well as in stamping and forming applications need continuous improvements. Besides mechanical and physical properties, oxidation resistance and the affinity between the workpiece material and the tool are very important for further developments. These properties can be influenced on the one hand by various deposition parameters and coating technologies but also by a certain chemical composition of the elements used for the coatings.

Recently, a new generation of Ti-free PVD-coatings were introduced, based on the Al-Cr-N system. This system is characterized by superior abrasive wear resistance and improved oxidation resistance. It is need to mention that if the oxidation resistance and abrasive wear resistance of the coatings can be optimized simultaneously a significant increase in the tool life can be achieved.

According to abrasive wear coefficients of the next coatings the abrasive resistance of AlCrN coating is better by factor 3-5 comparatively to AlTiN and TiAlN coatings correspondingly.

Besides, the coating with the best oxidation resistance (upon TiAlN, AlTiN, TiCN and AlCrN) was AlCrN. Even at 1100°C only a thin oxidation layer of about 150 nm in thickness could be observed. When TiAl-based nitrides (TiAlN, AlTiN) were stable against oxidation up to temperatures of only about 800°C and TiCN-coating just about 600°C.

As a result, AlCrN coating has high results in machining application. In particularly in a high speed machining operation in medium carbon steel a tool life of about 130 m was reached. Thus, nearly no flank wear could be detected up to a tool life of about 100m. In comparison, a tool lifes of TiAl-based coatings and TiCN coating at the same conditions were near 60 and 40 m respectively.

Aforementioned information gives a comparison between state-of-the-art Ti-based PVD hard coating and a Ti-free AlCrN-coating. Besides coating properties, also machining application are compared.

It could be shown that due to the excellent oxidation and wear behavior of high aluminum content AlCrN coating big step in improvement in machining application could be achieved. As this coating is quite new in the cutting tool market, further machining test have to be done to define the potential for this type of coating.

**References**

1. Kalss W et al. Refractory metals & hand materials 2006;399-404:24

## БАЛАНСИРОВОЧНЫЙ СТЕНД

Студент гр.113219 Прус Е.А.

Канд. техн. наук, доцент Новиков А.А.

Белорусский национальный технический университет

Балансировочный стенд — измерительный прибор, который определяет место и степень статической или динамической неуравновешенности вращающихся деталей машин. Балансировочный станок используется в процессе балансировки роторов, используемых в различных приводах приборов и измерительных систем. Балансировка ротора позволяет снизить вибрации, возникающие из-за дисбаланса при большой скорости вращения.

В наше время существует большое количество балансировочных стендов и станков, однако с течением времени и модернизацией техники, человечество стремится к минимизации устройств, а соответственно их приводов. Балансировочные стенды имеют широкую вариацию конструкций и различаются степенью автоматизации и точности. Основными отличиями являются опоры вращения ротора, привод для вращения и чувствительный элемент. С целью снижения сил трения, воздействующих на шейки ротора, используют опоры на ножках. Для упрощения системы привода используют ременную передачу. Такая система сокращает количество кинематических погрешностей каждого звена приводного механизма.

На сегодняшний день, множество особо точных средств измерений используют электроприводы. Небольшая разбалансировка ротора может привести к появлению дополнительной погрешности в рабочей системе из-за присутствия источника радиального биения и вибрации. Именно поэтому, разработка балансировочного стенда для проведения балансировочных работ с роторами массой до 100 грамм становится актуальной в наше время и требует особого внимания со стороны точности изготовления ротора электродвигателя.

### Литература

1. Зеленецкий, С.Б. машиностроение: Ротационные пневмодвигатели / С.Б. Зеленецкий – Л.: Машиностроение, 1976.
2. Власов, Ю.Д. приборостроение: Элементы пневматических приборов непрерывного и дискретного действия / Ю.Д. Власов – Москва 1982.
3. Вибрация. Станки балансировочные. Характеристики и методы их поверки: ГОСТ ISO 2953–99. – Изд. янв. 1999 с Изм. 1, 2 (ИУС. 1968. № 2; ИУС. 1974. № 1). – введ. 01.01.99.

## СТЕНД-СТОЙКА ДЛЯ ДЕТЕЙ С ДЦП

Студент гр. 113719 Савицкий А.Ю.

Доцент Габец В.Л.

Белорусский национальный технический университет

Церебральный паралич характеризует группы хронических состояний, при которых поражается двигательная и мышечная активность с нарушением координации движений. Причина церебрального паралича - поражение одного или более отделов мозга либо в процессе внутриутробного развития, либо во время (или сразу после) родов, либо в грудном или младенческом возрасте [1].

В последние годы, в реабилитации пациентов, страдающих ДЦП, применяются современные методы лечения, не только корректирующие мышечный тонус и рефлекторную деятельность, но так же оказывающие непосредственное влияние на восстановление нейрофизиологических функций головного мозга, за счет активации процессов миелинизации и формирования дендритного дерева с восстановлением межнейрональных связей и коррекции нейрометаболических нарушений.

Существуют следующие методы лечения ДЦП: медикаментозное лечение; хирургия; нейрохирургия; иглорефлексотерапия; ортопедия; лечебный массаж с его разновидностями; лечебная физкультура; бальнеогрязелечение; логопедические занятия и др.

Разработанная стенд-стойка используется для реабилитации детей и исключает участие и поддержку взрослых во время лечебно-профилактической гимнастики и позволяет ребёнку самостоятельно, предварительно быть зафиксированным: играть, рисовать, развиваться, принимать пищу и многое другое, что он бы не смог сделать без поддержки взрослых и дополнительной опоры.

Особенностью конструкции является возможность регулировки всех основных частей (шеедержатель, спинодержатель, ремень для ног, подножка, стол) под пациента, и их надежная фиксация в определенном положении, что обеспечивает безопасное пребывание ребёнка в устройстве и предотвращает случайную разблокировку стола, вследствие чего позволяет размещать на нем различные предметы.

Разработанное устройство позволяет улучшить условия пребывания детей с ДЦП в лечебном и профилактическом учреждении, и в домашних условиях.

### Литература

1. Пособие для студентов медицинских ВУЗов по изучению этиологии ДЦП М.: Медицина, 2003-200 с.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ ВОЛНОВОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ГИРОСКОПА

Студент гр. ПГ-02 Сандий А.А.

Канд. техн. наук, доцент Бондарь П.М.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

В качестве чувствительного элемента волнового твердотельного гироскопа (ВТГ) в режиме датчика угловой скорости используют металлический резонатор цилиндрической формы.

Резонатор исследуемого ВТГ (рис. 1) высотой 19 мм и диаметром 24 мм состоит из массивного накопителя колебаний в виде кольца и упругого подвеса – стакана со сложной структурой дна. На дне размещен пьезоэлектрический актюатор, состоящий из двух радиально закрепленных плоских пьезокерамических пластинок длиной 4 мм. Основными параметрами, определяющими качество их работы, являются амплитуды колебаний, возбуждаемые в резонаторе.

Для моделирования системы возбуждения использована силовая аналогия метода возбуждения, изложенная в [1]. Сущность метода состоит в приложении давления к торцевой поверхности пьезоэлемента с частотой, равной частоте основной моды колебаний резонатора.

Цель исследования – выбор оптимального размещения пьезоэлементов (расстояния  $d$  от центра симметрии) для обеспечения максимальной амплитуды  $A$  колебаний. На рис. 2. приведены результаты моделирования в программе Ansys.

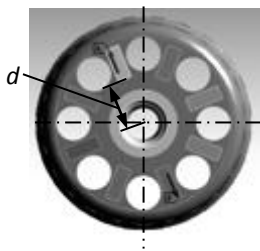


Рис. 1 Модель

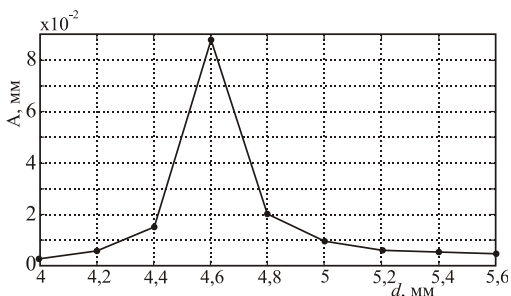


Рис.2. Амплитуда колебаний резонатора

### Литература

1. Афонин, С.М. Моделирование характеристик пьезоэлектрических блочных актюаторов для нано- и микроманипуляторов / С.М. Афонин, П.С. Афонин // Нано- и микросистемная техника. – 2006. – №11. – С. 25–30.

## УПРАВЛЯЕМАЯ ПЛАТФОРМА

Студент гр. ПГ-02 (Бакалавр) Сидоров Д.Г.  
Ассистент Павловский А.М.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Управляемые платформы активно используются в исследовательской деятельности, как имитаторы нагрузок для тестирования инерционных приборов и систем. Также, широкое применение управляемые платформы нашли как приборы для точного позиционирования оптоэлектронных и оптических средств.

Конструктивно прибор реализуют в виде системы механических узлов, обеспечивающих необходимые степени свободы платформы. Изменение положения платформы производится вручную, считывание координат - визуально, с помощью шкал. При современном развитии цифровой электроники, управление платформой можно значительно модернизировать. Путем добавления электрических микродвигателей и цифрового интерфейса, можно добиться упрощения процесса управления платформой и как следствие, повысит точность её выставки.

Для реализации поставленных целей был разработан макет управляемой платформы с цифровым интерфейсом (рис. 1). В качестве управляющего ядра системы был использован современный микроконтроллер (МК) архитектуры ARM7 At91SAM7x. Основными функциями МК являются управление тремя сервоприводами для обеспечения 3х степеней свободы платформы, а также получение и обработка управляющих сигналов с ПК.



Рисунок 1 – Блок-схема макета управляемой платформы

Такая реализация позволяет минимизировать габариты и вес прибора, а использования современных МК снижает энергопотребление и дает возможность усовершенствования алгоритмов управления платформой.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАСПИЛИВАНИЯ ПРИ СООБЩЕНИИ ЗАГОТОВКЕ ДВУХМЕРНОГО КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Студент гр. 113219 Ситник М.А.

Д-р техн. наук, профессор Киселев М.Г.

Белорусский национальный технический университет

Предлагаемая конструкция служит для исследования механического распиливания кристаллов алмаза, принципиальная схема которой представлена на рисунке 1. Она состоит из массивной чугунной плиты 1, на которой закреплены две пары стоек 10. В паре стоек 10 устанавливается шпindelь с закрепленным на нем распиловочным рычагом 11, на котором установлен груз 12.

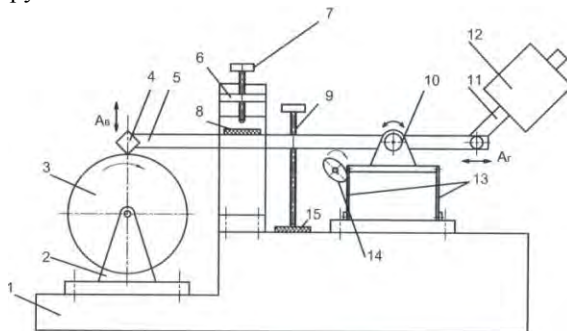


Рисунок 1 – Схема установки

Статическое усилие прижатия заготовки к торцевой поверхности распиловочного диска обеспечивается путем придания стреле неуравновешенного состояния за счет соответствующего изменения углового положения поворотного рычага с грузом, т.е. используется принцип гравитационной передачи. В рабочем положении стрела поддерживается с помощью расположенного на ней регулировочного винта 9, который опирается на упругую резиновую прокладку (опору) 15, благодаря чему достигается плавное изменение усилия прижатия заготовки к торцевой поверхности распиловочного диска. По мере увеличения глубины пропила винт периодически выворачивается, чем обеспечивается врезная подача в процессе распиливания.

Принципиально отличие данного варианта конструкции от промышленного: 1) Узел качания стрелы (пара стоек 10) установлен на плоских пружинах 13, образующих параллелограммный подвес, допускающий перемещение оси качания стрелы вдоль горизонтальной оси. 2) Применена дополнительная Г-образная опора 6, имеющего распиловочный винт 7, ограничивающий вном перемещений стрелы в вертикальном направлении.

## УЛУЧШЕНИЕ АКСЕЛЕРОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА МОНИТОРИНГА УРОВНЯ НЕЙРОМЫШЕЧНОЙ БЛОКАДЫ

Студент Гр. ПБ-82 Скрупский Ф.В.  
Д-р техн. наук, профессор Тимчик Г.С.,  
канд. техн. наук, доцент Стельмах Н.В.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Наиболее перспективным методом интерпретации реакции мышцы на электронейростимуляцию при оценке уровня нейромышечной блокады является акселерометрический. Преимущества метода: возможность его применения в проекциях различных нервов; меньшую подверженность электромагнитным наводкам используемых датчиков и относительную простоту в применении. Недостатками: большая погрешность при оценке действия малых доз миорелаксантов; подвержен артефактам.

Для устранения указанных недостатков необходимо применять высокочувствительные датчики ускорения. Критериями, по которым необходимо выбирать датчик, являются: количество осей – 3 (датчик может быть закреплен в любом положении и его движение может происходить в любом направлении); диапазон измеряемых ускорений – до 1g (физиологические особенности сокращения мышц, при применении на малоподвижных участках тела 0,5g); полоса пропускания – 400 Гц (частота дискретизации сигнала с периодом 5 мс); точность – 1-10%; температурный диапазон работы – от 0 до 50 °С, габаритный размер – не больше чем 1х1х0,5 см.

Однако, при исследовании малых сокращений мышц возникает проблема в обработке полученных данных, так как полезный сигнал малоразличим на фоне естественных «шумов» (движение места, где установлен датчик, вследствие естественных жизненных процессов, манипуляций при операции, другие артефакты). Для снижения «шумов» была разработана конструкция сенсора путем введения еще одного акселерометра, который устанавливается так, что бы он не находился в проекции стимулирующего нерва. Таким образом, на этапе калибровки выполняется определение положения каждого акселерометра. В результате при исследовании вычисляется результирующий вектор, который даёт сигнал без артефактов движения.

Таким образом, при использовании предложенного способа улучшения акселерометрического метода мониторинга уровня нейромышечной блокады обеспечивается уменьшение погрешности при оценке действия малых доз миорелаксантов и его подверженность артефактам.

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРИМЕТРОВ**

Студентка гр.ПБ-02 Терещенко А.В.

Ассистент Безуглая Н.В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Проекционный периметр - это прибор, предназначенный для определения границ чувствительности сетчатки в условиях световой и цветовой адаптации для дневного, сумеречного и ночного зрения. Прибор позволяет определять границы поля зрения и обнаруживать наличие выпадения поля зрения

В данной работе проведен анализ известных технических решений, используемых при построении периметров, на основе которого можно выделить три базовых конструкции: плоский экран с нанесенной сеткой, дугообразная пластина и полусфера.

Первый тип, периметр с плоским экраном, предложен А.Грефе (1856). Он представлял часть доски, которую автор использовал в качестве экрана тангенса. Данная конструкция используется в кампиметрии.

Второй тип разработал Ферстер (1857). Он обеспечивает простоту в использовании и доступную стоимость. Фоновая поверхность имеет вид дуги с непостоянной освещенностью. Это непостоянство и есть основным недостатком, который исправили А.В. Рославцев и В.В. Линки. Они создали проекционный периметр, который работает с постоянным освещением.

Третий тип впервые предложен Гольдманом. В нем вместо дуги для фоновой поверхности используется полусфера. Это ускоряет исследования, упрощает конструкцию и позволяет расширить ряд возможностей этих приборов при многочисленном и более глубоком обследовании зрения.

Все выше рассмотренные периметры на сегодняшний день усовершенствованы и компьютеризированы, что представляет ряд дополнительных возможностей, таких как: обследование отдельных участков поля зрения, вывод результатов на экран, сохранение их в памяти прибора, передача на носители информации, а также статический анализ результатов и скрининг. Все эти процессы происходят с помощью датчиков, которые фиксируют показатели и после этого выводит информацию на экран.

Авторами планируется усовершенствование осветительной и приемной системы, что будет способствовать улучшению диагностических возможностей периметра.



## БЕСПРЕРЫВНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПАРОВ РТУТИ

Студент гр. ПН-02 (бакалавр) Терещенко С.О.

Ст. преп. Ковтун В.С.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Благодаря уникальным свойствам ртуть применяется в металлургии, химической промышленности, гальванических элементах, гальванотехнике, медицине, сельском хозяйстве и многих других отраслях. Особенно большое значение имеет ртуть в лабораторной практике. Она применяется в термометрах, манометрах, всевозможных регулирующих устройствах и затворах. В лаборатории используется электролиз с ртутным катодом, колонки с амальгамированных металлами, каломельный электрод сравнения и ртутно-кадмиевый элемент Вестона. Используя ртуть возник один из самых удобных и чувствительных методов химического анализа - полярография. Ртуть применяют для исследования пористой структуры угля, силикагеле и других материалов.

Пары ртути и ее соединения очень ядовиты. С попаданием в организм человека через органы дыхания, ртуть аккумулируется и остается там на всю жизнь. Концентрация паров ртути в воздухе свыше  $0,2 \text{ мг / м}^3$  вызывает острое отравление организма человека. В частности, действующими санитарно-гигиеническими требованиями установлена максимальная разовая предельно допустимая концентрация паров ртути в воздухе рабочей зоны на уровне  $0,01 \text{ мг / м}^3$ .

Во избежание возможных трагических последствий нужно вовремя предупредить превышение предельно допустимых концентраций паров ртути, разработав и внедрив систему экологического мониторинга на базе инструментального метода анализа. Именно таким является оптико - абсорбционный метод. Этот метод обеспечивает высокую селективность и точность измерения.

Для сигнализации о превышении предельно допустимых значений, регистрации концентрации паров ртути в воздухе рабочих помещений и непрерывного автоматического измерения разработан оптико - абсорбционный анализатор у которого относительная основная погрешность в диапазоне измерения  $0,01...0,6 \text{ мг/м}^3$  составляет  $\delta = \pm 9...10\%$ . При разработке прибора было использовано все стандартные блоки: лампа, конденсор, кювета, фокусирующая линза, фотоприемник. Чтобы усовершенствовать работу прибора в следующем можно будет использовать более совершенные блоки, например стекло окошек кюветы использовать с большими пропускными свойствами, более чувствительный фотоэлемент, или более совершенную лампу.

## РАСПЫЛИТЕЛЬ РАНЦЕВЫЙ STIHL SR 450

Студент гр. 113220 Третьякевич М.В.

Ст. преп. Колесников В.С.

Белорусский национальный технический университет

Недостатком многих современных распылителей является малый радиус распыления, что влияет на производительность и расход распыляемой смеси. Такого недостатка лишены распылители немецкой фирмы STIHL: SR 420, SR 440, SR 450.

**Бензиновый опрыскиватель STIHL SR 450** – это высокопроизводительный, достаточно мощный, ранцевый опрыскиватель. Опрыскиватель, созданный специально для внесения различных средств защиты, как жидких так и сухих, с дальностью действия до 14 метров!

**Опрыскиватель Штиль SR 450** оснащен высоко мощным двигателем, который идеально сочетается в работе с нагнетательным насосом, призванным создавать сильнейший поток воздуха. Что в свою очередь обеспечивает ощутимую дальность выбрасывания необходимого вам распылительного вещества.

Нашумевшая в свое время антивибрационная система марки STIHL, установленная во всех опрыскивателях этого производителя, максимально эффективно разгружает прямые мышцы спины оператора. Это происходит за счет того что резиновые буферы и пружины установленные на опрыскивателе способны уменьшать перенос вредоносных вибраций, часто создаваемых двигателями. Естественно, что с такой системой гашения вибрации рукоятки имеют максимально низкий уровень вибрации, что делает труд пользователя удобным и совершенно неутомительным.

Модель SR 450 оснащена пусковым устройством ElastoStart, которое способно в заметной степени уменьшать толчкообразные вредные воздействия при запуске двухтактного двигателя. Простой и главное быстрый запуск осуществляется так же благодаря автоматически настроенному пусковому положению самого выключателя, имеющего единовременное управление, как дроссельной заслонкой, так и клапаном.

В стандартной комплектации модель SR 450 имеет объемный бак резервуар на 14 литров, с индикатором заполнения, переставную механику «два в одном», а так же дозатор на форсунке, и три разные отбойные решетки (конусообразная струя, отклоняющаяся струя и отдельная струя для опрыскивания двух рядов одновременно). Уникальная система дозирования имеет удобный дозирующий рычаг позволяющий распылять либо вносить гранулят на почву, который находится непосредственно под рукояткой для удобства управления.

И не смотря на то, что белорусский рынок пока еще не был знаком с данной моделью, о ее популярности в Европе давно наслышаны.

## САБЕЛЬНЫЕ НОЖОВКИ

Студент гр. 113220 Тумченок М.Л.

Ст. преп. Колесников В.С.

Белорусский национальный технический университет

Как отдельный класс инструмента, сабельные ножовки родственны электролобзикам. Их рабочим органом так же, как и у лобзиков, является пила, прямолинейное перемещение которой (на некоторых моделях с небольшими маятниковыми движениями) позволяет пилить широкий



спектр материалов. Однако, в отличие от лобзиков, сабельные ножовки используют пильные полотна больших размеров, а по форме своих корпусов напоминают скорее крупные образцы дрелей, как раз с выдвинутыми

вперед этими крупными пилами вместо сверла. Длина пильных полотен на сабельных ножовках колеблется в широких пределах от 100 до 350 мм. Разнообразная конструкция их зубьев и выдвинутое от корпуса далеко вперед пильное полотно позволяет обрабатывать очень различные материалы и в самых недоступных для других инструментов местах. Сабельные пилы позволят удобно работать и с металлом, пластиком, деревом и многими видами композиционных материалов, включая гипсокартон и газобетон. Современные производители сабельных ножовок уже добавили к ее базовой конструкции огромное количество новых функций - таких как замена пильных полотен без применения ключа или возможность использования маятникового хода. На современных сабельных пилах применена улучшенная балансировка, точная регулировка перемены скорости ходов пилки, ножовки оснащены опорной подошвой, обеспечивающей плотное прилегание к материалу. Очень полезен такой инструмент в тяжелой работе специалистов в службе спасения, для спасения из покореженных машин и из-под завалов разрушенных зданий пострадавших, нуждающихся в помощи людей. Для выполнения широких задач сабельные ножовки вооружены огромным ассортиментом пильных полотен. Нарезанные на них крупные зубы способны обеспечить высокую надежность при тяжелых работах. Основных форм зубов на пилах как минимум три: стандартная форма для прямого реза, угловая форма для универсального применения и спиральная форма для контурного пиления в труднодоступных местах.

## КРОВАТЬ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МЕДИЦИНСКАЯ

Студент гр. 113719 Фарино А.А.

Доцент Габец В.Л.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время для качественного лечения и ухода за больными в лечебных и реабилитационных центрах кроме квалифицированных врачей и сестер, а также медикаментов и приборов для диагностики и лечения необходима медицинская мебель. От практичности и функциональности больничных кроватей напрямую зависит успешность лечения больных, особенно с травмами позвоночника и опорно-двигательного аппарата. Функциональная мебель необходима также для ухода за пациентами реанимации и экстренной терапии.

При реабилитации людей в различных отделениях применяются разные виды медицинских кроватей.

Кровать функциональная предназначена для размещения на ней больных в отделениях реаниматологии, интенсивной терапии, кардиологии, неврологии, ортопедии, всех отделений хирургического профиля и реабилитации. С помощью данного изделия можно осуществлять перевозки больных внутри больницы [1].

В зависимости от функциональности, кровати подразделяются:

- По количеству секций:

Одно-, двух-, трех-, четырех- и пяти- секционные;

- По виду применяемого привода:

Без привода, с механическим, с пневматическим, с гидравлическим, электрический, смешанный;

- По способу и виду регулировки ложа кровати:

Без регулировки, регулировка угла наклона секции, регулировка угла наклона ложа, регулировка высоты ложа

Разработанная кровать медицинская многофункциональная, предназначенная для пациентов общей и интенсивной терапии. Состоит из пяти секций, четыре из которых подвижные и одна неподвижная. Головная секция и секция голени имеет механический привод, секция бедра и спинная секция приводятся в движение с помощью электрического привода, средняя секция неподвижная или опорная. Регулировка высоты ложа осуществляется механически.

Разработанная кровать позволяет повысить качество медицинского обслуживания и качество реабилитации пациента.

### Литература

1. Каталог продукции фирмы Primex Medical [электронный ресурс]: база данных содержит сведения о медицинской мебели и приборах для реабилитации отечественных и зарубежных производителей. – Режим доступа: <http://www.primex-medical.com>. – Загл. с экрана

## СОВРЕМЕННЫЕ РОБОТЫ-ПЫЛЕСОСЫ

Студент гр. 113220 Хвесько В.С.

Ст. преп. Колесников В.С.

Белорусский национальный технический университет

**Робот-пылесос** — пылесос, оснащённый искусственным интеллектом и предназначенный для автоматической уборки помещений. Относится к классу бытовых роботов и интеллектуальной бытовой технике для умного дома. Устройство чаще всего представляет собой диск диаметром 28-35 см и высотой 9-13 см, достаточно низкой, чтобы пройти под кроватью или другой мебелью. Робот-пылесос снабжен особыми датчиками, которые могут определять стены, объекты мебели, дверной проем, тем самым исключительное падение пылесоса с лестничных ступенек. Устройство без затруднений огибает небольшие углы, лежащий на поверхности кабель и устанавливает черту пол - ковёр. Он оборудован чувствительными датчиками, считывающими обступающие предметы и дающими возможность роботу-пылесосу свободно чувствовать себя в пространстве. Имеются и сенсоры пыли, определяющие степень загрязненности мест, и пылесос не оставит и частицы пыли, работая в соответствии с показаниями сенсора. Чаще всего большой контактный сенсор установлен в передней части устройства, с инфракрасным датчиком по центру в верхней передней части. Для работы робот-пылесос использует внутренние аккумуляторы и нуждается в регулярной подзарядке от специального модуля. Новые модели имеют возможность поиска зарядного устройства, связываясь с ним через инфракрасный датчик. Зарядка от электрической сети в среднем занимает около 3 часов. Роботы-пылесосы, как правило, имеют небольшую высоту, достаточно низкую, чтобы пройти под кроватью или другой мебелью. Если робот-пылесос поймет, что он застрял, он перестанет двигаться, и начнет подавать звуковые сигналы, помогающие владельцу его обнаружить.

Рынок роботов-пылесосов имеет большие перспективы развития, каждый месяц выпускаются более новые модели сегодня его производством занимаются ведущие мировые производители, а спрос на этот гаджет продолжает расти. Производством такого оборудования занимаются:

- iRobot (США);
- iClebo (Корея, компания Yujin Robot);
- Neato robotics;
- RobZone (Австрия);
- QQ-02 (Китай);
- Deebot (Китай).

## **СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТОЧНОСТИ КРУИЗ-КОНТРОЛЯ АВТОМОБИЛЯ**

Студент гр.113219 Хворик Н. Ю.

Канд. техн. наук, доцент Новиков А.А.

Белорусский национальный технический университет

Стенд для проверки точности круиз-контроля автомобиля — это измерительный стенд, который определяет погрешность скорости, которую обязан поддерживать круиз-контроль и время за которое установится необходимая скорость. Данный стенд используется в процессе аттестации системы круиз-контроля, используемых в современных автомобилях. Аттестация круиз-контроля позволит выявить наличие погрешностей в отработке круиз-контроля, а также повысить качество этой системы.

В наше время существует большое количество автомобилей с предустановленной системой круиз-контроля. С течением времени к данным системам стали предъявлять более жёсткие требования, т.к. он является основой беспилотного управления автомобилем. Езда при беспилотном управлении должна быть безопасной, поэтому инженеры стали задаваться вопросом о контроле всех параметров этой системы. Для контроля двух вышеприведенных параметров и создаётся этот стенд.

Замеры погрешности скорости производятся путём сравнения скорости полученной с генератора подсоединённого к ролику и сигнала с датчика, который стоит на выходном валу в коробке передач. Время установки высчитывается от того момента, когда сигнал с задающего устройства пошёл в систему круиз-контроля и до момента, когда скорость установится на заданное значение. Затем эти параметры сравниваем с теми, которые заявил производитель.

Для того чтобы приблизить условия испытаний к реальным желательно использовать стенд имитирующий работу круиз-контроля в режиме езды в гору и спуска с горы. На основании данных, полученных с такого стенда, появляется возможность проанализировать систему и выявить параметры, оказывающие влияние на погрешности. Устранив эти недостатки, можно произвести усовершенствование системы круиз-контроля.

Таким образом, разработка стенда является актуальной в данное время и требует большего внимания со стороны производителя, так как популярность компьютерной техники, которая делает нашу жизнь легче, растет с каждым годом.

### **Литература**

1. Меденцев, С. Типовые методы и оборудование для измерения колёсной мощности легковых автомобилей / С. Меденцев,. – М: 2003. – 136 с.

## **АППАРАТЫ ЭКСПРЕСС ДИАГНОСТИКИ ТРАВМИРОВАННЫХ ПАЦИЕНТОВ**

Студент гр. 376 (БГМУ) Чепелев С.Н., врач-хирург Чепелев А.Н.

Канд. техн. наук, доцент Чепелева Т. И.

Белорусский национальный технический университет

Особый интерес в травматологии представляют в первую очередь аппараты для экспресс рентгенодиагностики травмированных пациентов на основе как обзорных (или крупноформатных) рентгеновских изображений, так и стандартных (малоформатных) изображений мягких тканей и костной структуры пациента, находящегося в положении лежа, сидя и стоя. Подобным критериям на мировом рынке удовлетворяют только аппарат «Травмаскан» белорусской компании Адани и аппарат «Xmplatr-dr» (современная версия аппарата «Statscan») африканской компании «Lodox». Проведен анализ основных параметров обоих аппаратов. Диагностический диапазон пространственного разрешения (размер пикселя изображения) в сканирующих приемниках рентгеновского изображения достигается за счет: оптимального числа и размеров рентгеночувствительных элементов; задания оптимального числа шагов сканирования; использования проекционного увеличения рентгеновского изображения; оптимального устройства диафрагмы и подбора интенсивности рентгеновского излучения.

Аппарат «Xmplatr-dr» обладает меньшим размером пикселя изображения и, как следствие, более высоким качеством получаемого изображения. Также к достоинствам аппарата следует отнести возможность получения максимального изображения за один проход без временных задержек, что особенно важно при большом количестве тяжёлых пациентов во время терактов и военных действий. Также программное обеспечение африканского аппарата позволяет получать снимки любого размера и любой локализации в рамках максимального размера, что имеет преимущество над другими аппаратами.

К достоинствам белорусского аппарата «Травмаскан» следует отнести: возможность получения итогового изображения большей длины (2 метра, против 1.8 метра у «Xmplatr-dr»); возможность подбора высоты стола, что имеет решающее значение в случае поступления пациентов ростом выше 1.8 метра и нестандартных габаритов и позволяет избежать лишнего их перекладывания (т.е. позволяет значительно снизить временные затраты и избежать дополнительных нагрузок на пациентов при манипуляциях); значительно более низкую стоимость аппарата. Проведен не только анализ основных параметров аппаратов, но и указаны пути совершенствования устройства аппаратов.

## **СИСТЕМА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ**

Студент гр. ПБ-81 (магистрант) Шаратура С.М.

Канд. техн. наук, доцент Шевченко В.В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

В современном приборостроении значительное внимание уделяют проблеме управления процессом резания производящихся деталей. От успешного решения этой проблемы, зависит много факторов в экономической и технологической жизни приборостроительных предприятий.

Система адаптивного управления процессом обработки деталей на металлорежущих станках может быть использована для управления процессом механической обработки деталей на металлорежущих станках.

В процессе обработки детали измеряют ЭДС мощности и упругих перемещений технологической системы, выделяют переменные и постоянные составляющие этих сигналов, при этом по постоянных составляющих формируют управляющие команды на изменение режимов резания, а переменные преобразуют во взаимно коррелирующие функции и считывают величины этих функций, на основе которых формируют корректирующие команды на изменение режимов резания и управляют приводами станка.

Переменные составляющие сигналов несут полную информацию о процессах, которые происходят в зоне резания. Появление и срыв нароста при резании, разные изменения в пленках, которые образуются на поверхностях трения, неоднородность обрабатываемого материала, непосредственное охлаждение зоны резания вследствие отдельных актов проникновения среды есть одной из причин, которые определяют колебания не только ЭДС пары «инструмент-деталь», по мощности резания и других параметрах.

Данный способ позволяет с высоким уровнем быстродействия и по нескольким параметрам более точно контролировать процесс резания, оценивать отклонение от нормального функционирования, а также стабилизировать износ режущего инструмента.



## ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ФАЗОВЫЙ РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ

Студент гр.313310 Шевчик П.С.

Ст. преп. Ломтев А.А.

Белорусский национальный технический университет

Объектом разработки является двухканальный фазовый регулятор мощности. Регулирование мощности осуществляется фазоимпульсным управлением. Диапазон регулирования выходной мощности каждого канала задается в относительных единицах от 0 до 99. Регуляторы с фазоимпульсным управлением позволяют регулировать мощность (яркость излучения) таких нагрузок, как лампа накаливания. Например, к первому каналу регулятора можно подключить настольную лампу или торшер, второй канал будет регулировать подсветку в аквариуме и т. д.

Устройство разработано на базе микроконтроллера фирмы ATMEL AT89C4051-24PI. Два независимых регулятора мощности (два канала) собраны симисторах. В интерфейс управления входит клавиатура и блок индикации из трех цифровых семисегментных индикаторах. В любом режиме работы устройства, каждая кнопка выполняет только одну предназначаемую ей функцию.

Основой устройства служит микроконтроллер AT89C4051-24PI, рабочая частота которого задается генератором с внешним резонатором на 10 МГц.

На микросхеме K516ИД2 собран датчик сетевого напряжения. Он отслеживает моменты перехода сетевого напряжения через нуль.

Выходное напряжение датчика поступает на вывод микроконтроллера. Каналы регулирования мощности № 1, 2 собраны на симисторах и оптронах. Каналы управляются микроконтроллером AT89C4051-24PI. Для уменьшения уровня помех, создаваемых регуляторами, они включены в сеть через сетевые фильтры.

Программное обеспечение микроконтроллера обеспечивает реализацию фазоимпульсного управления симисторного регулятора мощности. В цикле, в подпрограмме обработки прерывания таймера через каждые 80 мкс микроконтроллер опрашивает состояние выводов микросхемы. Прерывания от таймера обеспечивают функционирование динамической индикации, а так же работу клавиатуры.

Ток через каждый канал регулирования мощности ограничен предельно допустимым током 7,5А через сетевой фильтры МРМ4-С7,5АМУ

## МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ СТАЛЕЙ

Студент гр. 113210 Шимчук В.Е.

Канд. техн. наук, доцент Есьман Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Обработка металлов резанием является одним из самых распространенных способов формообразования деталей машин. Повышение требований к эксплуатационным свойствам машин и механизмов требует для изготовления деталей применения новых конструкционных материалов, обладающих повышенными прочностными характеристиками и удовлетворительной обрабатываемостью.

Обрабатываемость является одним из важнейших технологических свойств стали и зависит от множества факторов: способа получения стали, ее химсостава, комплекса механических и физических свойств, режимов термической обработки и т.п.

Часто обрабатываемость оценивают по периоду стойкости инструмента  $T$ , который определяется временем работы инструмента между двумя переточками. Существует множество методов определения обрабатываемости: методы, воспроизводящие процесс резания; методы, имитирующие процесс истирания режущего лезвия об обрабатываемую деталь; методы, сравнивающие истирающую способность материалов с эталонным материалом. Известны методы определения обрабатываемости по механическим свойствам материалов: твердости, пределу прочности и пределу текучести. Методы, воспроизводящие процесс резания являются более точными, остальные имеют погрешности до 70%, но все эти методы являются разрушающими и не позволяют автоматизировать процесс контроля обрабатываемости на линии механической обработки.

Ранее проведенными исследованиями установлены количественные зависимости между фазовым составом, качеством структуры, ее дисперсностью и стойкости инструмента при точении различных сталей. Наличие таких зависимостей позволяет осуществить неразрушающий контроль обрабатываемости по магнитным параметрам материалов или заготовок.

Наиболее удобным в заводских условиях является контроль по величине градиента остаточного магнитного поля при помощи прибора ИМА-5 (импульсно-магнитного анализатора) конструкции института прикладной физики АН РБ.

## УСТАНОВКА ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ ШАРОВ КОЛЬЦЕВЫМ АЛМАЗНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Студентка гр. 113711 Шлык В.А.

Канд. техн. наук, доцент Щетникович К.Г.

Белорусский национальный технический университет

Установка предназначена для шлифования шаров алмазным инструментом из заготовок имеющих значительные отклонения от сферической формы. Необходимая кинематика заготовки обеспечивается вращением и согласованным возвратно-поступательным перемещением фрикционных роликов определенного диаметра. Принцип работы установки показан на рисунке 1.

Обрабатываемая заготовка шарообразной формы 5 помещается на алмазный инструмент типа 2А2 (на схеме не показан). Обрезиненные ролики 6 установленные на приводных валах 1 с возможностью осевого перемещения, одновременно подводятся к заготовке с помощью винтов 4. Под действием сил сцепления шар получает медленное вращение вокруг горизонтальной оси.

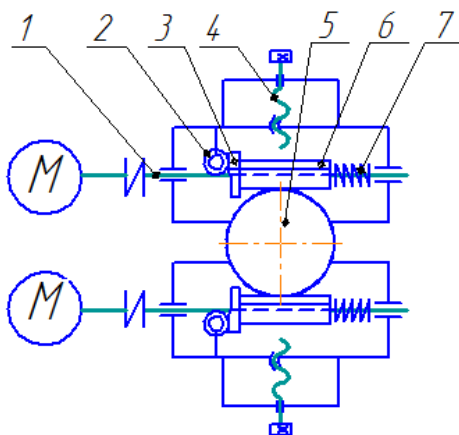


Рисунок 1 – Схема установки для  
шлифования шаров

Согласованное осевое перемещение роликов достигается в результате силового замыкания кулачков 3 с толкателями 2 посредством пружины 7. Периодическое кратковременное перемещение роликов в противоположных направлениях сообщают дискретное вращательное движение шлифуемому шару вокруг вертикальной оси. Сочетание непрерывного вращения заготовки вокруг горизонтальной оси и дискретного вращения вокруг вертикальной оси обеспечивает равномерное по времени воздействие инструмента на всю сферическую поверхность.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛЬЦЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ОБРАБОТКИ

Магистрантка Щемелёва Е.А.

Канд. техн. наук, доцент Луговой В.П.

Белорусский национальный технический университет

С увеличением спроса на ювелирные изделия возникает необходимость улучшения и увеличения объемов производства.

В настоящие дни в ювелирных изделиях активно используются драгоценные камни. Наибольшую технологическую сложность в их обработке является получение отверстий. Для того чтобы просверлить отверстие в драгоценных камнях потребуется много времени и сил. С появлением новых технологий обработки хрупких материалов, наиболее эффективный способ получения отверстий – это применение ультразвука. Так как драгоценные камни – материал дорогой и хрупкий, производители заинтересованы в получении отверстий без повреждения целостности изделия. Для ультразвуковой обработки характерно то, что в материале не возникает внутренних напряжений и нет опасности возникновения трещин.

Для увеличения производительности обработки драгоценных камней ультразвуком используются стальные и титановые кольцевые концентраторы. Для того чтобы определить какой материал использовать эффективнее были исследованы их упругие характеристики (рисунок 1).

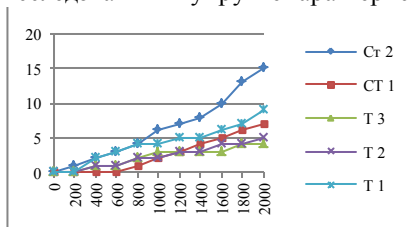


Рисунок 1 – Измерение статической деформации упругого элемента:

Ст1 – стальной кольцевой концентратор,  $d_{\text{внут}}=40\text{мм}$ ; Ст2 – стальной кольцевой концентратор,  $d_{\text{внут}}=27\text{мм}$ ; Т1 – титановый кольцевой концентратор,  $d_{\text{внут}}=27\text{мм}$ ; Т2 – титановый кольцевой концентратор,  $d_{\text{внут}}=30\text{мм}$ ; Т3 – титановый кольцевой концентратор,  $d_{\text{внут}}=23\text{мм}$

Из полученных результатов видно, что статические деформации титановых колец меньше, чем стальных. Это говорит о более производительном и качественном способе получения отверстий в хрупких материалах. Таким образом, можно делать отверстия любой формы, размера и конфигурации не зависимо от толщины изделия.

## СОКОВЫЖИМАЛКИ ПРОМЫШЛЕННЫЕ

Студентка гр. 113220 Юденко И.С.

Ст. преп. Колесников В.С.

Белорусский национальный технический университет

**Соковыжималка** — устройство для выжимания сока из фруктов, ягод и овощей. Обычно представляет собой простой пресс для плодов.

В зависимости от устройства различают ручные, механические и электрические соковыжималки.

Ручные соковыжималки являются простейшим способом получения сока из плодов цитрусовых растений. Принцип работы во многом напоминает ручную мясорубку.

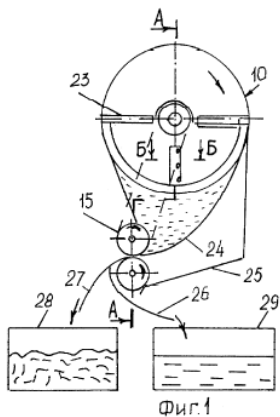
Устройством механических соковыжималок носит несколько более сложный характер. Для отжима сока используется рычаг, который создаёт необходимое давление.

Электрические соковыжималки в качестве привода используют электрические двигатели, приводящие во вращение терку, которая измельчает мякоть фруктов и овощей, и сепарационную сетку, пропускающую вытекающий под действием центробежной силы сок и удерживающую твёрдые частицы. Далее сок стекает в стакан, устройством которого позволяет отделить сок от пены, образующейся в процессе отжима. Электрические соковыжималки бывают нескольких видов:

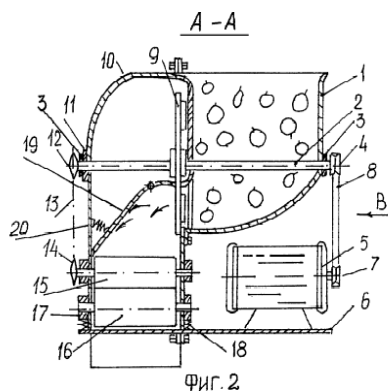
- бытовые
- профессиональные
- промышленные

Пример профессиональной соковыжималки представлен ниже.

Изобретение относится к области переработки сельскохозяйственной продукции и может быть использовано для получения соков. Измельчитель-соковыжималка содержит плодopиeмный бункер, измельчающее устройство, противорежущую пластину, отбойный козырек, вальцы, скатные доски и емкости для раздельного сбора сока и мякоти. Измельчающее устройство представляет собой ножевой диск. Ножи установлены под углом 30...45° к плоскости диска. Для изменения величины измельчаемых частиц нож имеет регулировку величины его выдвижения. Использование изобретения позволит увеличить количество отделяемого сока и снизить содержание в нем мякоти.

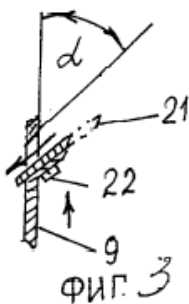


Фиг. 1



Фиг. 2

Б-Б



Фиг. 3

1 – плодоприемный бункер; 2 – приводной вал; 3 – подшипники; 4 – приводной шкив; 5 – электродвигатель; 6 – опорная плита; 7 – шкив; 8 – клиноременная передача; 9 – ножевой диск; 10 – кожу; 11 – плита; 12 – звездочка; 13 – цепная передача; 14 – привод; 15 – валец; 16 – нижний валец; 17 – подвижные опоры; 18 – пружины сжатия; 19 – отбойный козырек; 20 – пружина сжатия; 21 – ножи; 22 – винты; 23 – противорежущая пластина; 24 – сетчатая скатная направляющая; 25 – скатная доска; 26 – лоток; 27 – лоток для отвода мякоти; 28 – емкость для сбора мякоти; 29 – емкость для сбора сока.

Применение конструкции измельчителя-соковыжималки обеспечивает отделение сока от мякоти до 95%.

## **КОМПЛЕКС УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АРТИКУЛЯЦИОННЫХ И ОККЛЮЗИОННОЙ НАРУШЕНИЙ**

Магистрантка Янович И.В.

Канд. техн. наук, профессор Минченя В.Т.<sup>1</sup>, ассистент Барадина И.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup>Белорусская медицинская академия последипломного образования

В связи с возросшими требованиями к планированию и проведению лечения в ортопедической стоматологии возросла потребность в применении устройств, обеспечивающих комплексную оценку функционального состояния зубочелюстной системы. Лицевая дуга и маска незаменимы в диагностике, при проведении лечебных процедур и на этапах наблюдения за результатами лечения.

Разработанный комплекс устройств относится к медицине, а именно к ортопедической стоматологии, и может быть использован для восстановления окклюзионной поверхности зубов.

Лицевая дуга – устройство, которое позволяет определить у пациента окклюзионную поверхность зубов верхней челюсти относительно ориентиров черепа. Составляющие лицевой дуги: основная рама, боковые плоскости с ушными пелотами, прикусная вилка, носовой упор, орбитальная стрелка, зрачковая плоскость.

Основная рама лицевой дуги выполнена в виде П-образно изогнутой дуги, которая идет от области височно-нижнечелюстных суставов до центральных резцов верхней челюсти. Прикусная вилка крепится к лицевой дуге при помощи фиксирующего переходного устройства в виде шагового двигателя.

Лицевая маска состоит из следующих основных элементов: маски, телеметрических линеек (3 шт.), ручки управления, поворотной колёсной пары и стойки, состоящей из параллелограммов и трубы.

Стойка благодаря колёсной паре имеет возможность свободно перемещаться по необходимой траектории относительно стоматологического кресла. Соединения между параллелограммами дают возможность перемещаться стойке в разных направлениях, как по горизонтали, так и по вертикали.

С помощью данной лицевой маски при протезировании зубов можно определить необходимую ширину и длину резцов на верхней челюсти, а также можно определить высоту отделов лица, ширину и форму лица.

Использование в работе врача-ортопеда лицевой дуги и маски является необходимостью, без которой невозможно добиться удовлетворительных результатов в работе.

### СЕКЦИЯ 3. МИКРО- И НАНОТЕХНИКА

УДК 621

#### ПОЛУЧЕНИЕ НАНОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА $ZrO_2$ ДЛЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ

Студентка гр. 113411 Августинович С.В.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе особое внимание уделено изучению структуры оксида циркония и методу получения нанодispersных порошков. Оксид циркония —  $ZrO_2$  (диоксид циркония), бесцветные кристаллы,  $t_{пл} = 2715^\circ C$ . Диоксид циркония — один из наиболее тугоплавких оксидов металлов. Нанодispersный порошок (нанодispersный материал) – порошок с размером частиц порядка 100 нм и менее.

$ZrO_2$  проявляет амфотерные свойства, не растворим в воде и водных растворах большинства кислот и щелочей, однако растворяется в плавиковой и концентрированной серной кислотах, расплавах щелочей и стёклах. Диоксид циркония существует в трёх кристаллических формах: стабильной моноклинной (встречающейся в природе в виде минерала бадделеита); метастабильной среднетемпературной тетрагональной (присутствует во многих циркониевых керамиках); нестабильной высокотемпературной кубической. Известен способ получения нанодispersных порошков оксидов металлов путем смешения нанопорошков оксидов металлов и адгезивного вещества, добавления дистиллированной воды для получения суспензии, распыления суспензии при температуре  $100-130^\circ C$  в пламени горелки или плазменного распыления для образования микронных агрегированных частиц, плазменного спекания полученных частиц для образования плотного порошка с гранулами 40-90 мкм и нанокристаллической структурой.

В настоящее время среди материалов, привлекающих внимание ученых особое место занимают нанопорошки диоксида циркония, который находит широкое применение в производстве керамики, металлокерамики, порошков, волокон и композитов. В промышленности  $ZrO_2$  используется в производстве огнеупоров на основе циркония, эмалей, стёкол. Применяется в качестве сверхтвёрдого материала. При нагревании диоксид циркония проводит ток, что иногда используется для получения нагревательных элементов, устойчивых на воздухе при очень высокой температуре. Нагретый  $ZrO_2$  способен проводить ионы кислорода как твердый электролит. Это свойство используется в промышленных анализаторах кислорода.



## ГЕРМЕТИЗАЦИЯ КОРПУСОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Студентка гр. 113411 Августинович С.В.

Канд. техн. наук, доцент Ковалевская А.В.

Белорусский национальный технический университет

Герметизация – это изоляция каких-либо устройств от воздействия окружающей среды. В большинстве случаев герметизация предусматривается для защиты от газов, влаги, а в некоторых случаях от пыли.

По назначению способы герметизации подразделяются на: пылезащитную, водозащитную, влагозащитную и вакуумплотную.

Герметизация обеспечивается следующими способами: 1) защита узла, блока или прибора от влаги с помощью изоляционных материалов (при этом ремонт не допускается); 2) защита изделия с помощью непроницаемых для газов и влаги оболочек, т.е. герметичных корпусов (ремонт допускается).

Герметичные конструкции бывают разъемные и неразъемные. Швы неразъемных корпусов соединяются сваркой, пайкой, склеиванием, заливкой, герметичной клёпкой. Разъемные конструкции имеют швы снабженные эластичными прокладками, внутрь объема вводят обычно водопоглотитель силикогель.

Такие способы герметизации корпусов полупроводниковых приборов, как заливка пластмассой, склеивание специальными клеями (эпоксидный клей ЭД-20 - склеивание и герметизации неразъёмных соединений из стали, алюминия, керамики, стекла и других материалов), стеклоцементами, глазуриями и лаками (битумный, который предназначен для антикоррозийной и гидроизоляционной защиты поверхности металлических, бетонных и деревянных конструкций), заварка стеклом, имеют свои достоинства и недостатки, а так же широко используются в настоящее время. Герметизация пластмассой, например, пригодна для массового производства приборов широкого назначения. Приборы в пластмассовой оболочке характеризуются низкой стоимостью, хорошим внешним видом, групповой технологией производства. Но пластмассовая герметизация не обеспечивает требуемой герметичности при испытаниях приборов на климатические воздействия и в условиях эксплуатации.

## **ФОТОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ**

Студентка гр. 113411 Августинович С.В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Сернов С.П.

Белорусский национальный технический университет

Фотоэлектрохимические реакции протекают на границе раздела двух проводящих фаз с разным характером проводимости (электронная и ионная) и сопровождаются протеканием тока в системе. Наиболее широко используют фотоэлектрохимические элементы с полупроводниковыми электродами.

В зависимости от локализации и природы «первичного» возбуждения, все фотоэлектрохимические процессы разделяются на следующие группы: 1) процессы, обусловленные фотовозбуждением электрода (металлические и полупроводниковые электроды); 2) процессы, обусловленные фотовозбуждением раствора (реакции возбужденных ионов и молекул, реакции продуктов фотолитиза растворов).

Фотоэлектрохимический способ преобразования солнечной энергии с помощью ячеек с полупроводниковыми электродами является альтернативным способу преобразования с помощью твердофазных полупроводниковых солнечных батарей. Солнечные батареи изготавливают из сверхчистых полупроводниковых материалов, используя сложную технологию создания р–п–переходов, и поэтому они все еще дорогие. В фотоэлектрохимических элементах роль р–п–перехода выполняет граница раздела, которая формируется погружением полупроводника в раствор электролита, так что не требуется формирование р–п–перехода.

Фотоэлектрохимические преобразователи солнечной энергии имеют ряд преимуществ перед другими способами преобразования солнечной энергии в электричество: 1) фотоэлектрохимические преобразователи не требуют охлаждающих систем и устройств; 2) фотоэлектрохимические преобразователи практически не нуждаются в постоянном обслуживании.

Фотоэлектрохимический способ имеет удобство в том, что одна из его разновидностей – фотоэлектролиз – позволяет превратить энергию света в химическую энергию продуктов фотоэлектрохимической реакции и таким образом решить вопрос ее запасаения.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ АЗОТОМ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ТВЕРДОГО СПЛАВА Н05

Студент гр. 113439 Артёмчик А.Г.  
Член-корр., профессор Белый А.В.,  
канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.  
Белорусский национальный технический университет

Ионная имплантация (ионное внедрение, ионное легирование) — введение примесных атомов в твёрдое тело бомбардировкой его поверхности ускоренными ионами. При ионной бомбардировке мишени происходит проникновение ионов вглубь мишени. Внедрение ионов становится существенным при энергии ионов  $E > 1$  кэВ.

Метод ионной имплантации может рассматриваться как процесс, схожий по влиянию на поверхность сверхбыстрой закалке для получения аморфных фаз. При этом происходит частичная протравка поверхности и увеличение твердости [1].

В работе представлены результаты исследования микротвердости и топографии поверхности твердого сплава Н05 прошедшего имплантацию азотом при температуре  $550^{\circ}\text{C}$  и  $600^{\circ}\text{C}$  и их сравнение с изначальными свойствами твердого сплава.

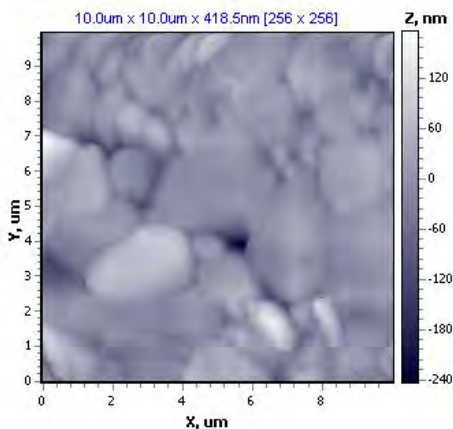


Рисунок 1 – АСМ- изображение поверхности твердого сплава, обработанного азотной имплантацией при  $550^{\circ}\text{C}$

Измерения микротвердости в работе проводили с использованием микротвердомера ПМТ-3М (Россия) с индентором Виккерс. Топографию поверхности исследовали с помощью атомно-силового микроскопа NT-206 (Беларусь) (рисунок 1).

Значения микротвердости имплантированной поверхности возросли от 24 ГПа у исходного сплава до 27 ГПа у имплантированного. Топография обработанной поверхности является характеристикой интенсивности процесса и показывает ее вытравливание с образованием пор и выявлением двойников на границах зерен.

## СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТАКТОВ В ЖЕСТКИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

Студент гр. 113431 Астапович А.В.

Канд. техн. наук, доцент Ковалевская А.В.

Белорусский национальный технический университет

За последние два десятка лет достижения в области новых полупроводниковых материалов и приборов на их основе для жёстких условий эксплуатации претерпевают бурный рост. Под жёсткими условиями эксплуатации обычно подразумевают экстремальные режимы работы, например, температуру ниже  $-60^{\circ}\text{C}$  и выше  $200^{\circ}\text{C}$ , а также воздействие жёсткого радиоактивного излучения. В настоящее время наиболее перспективными полупроводниковыми материалами для рассматриваемого класса приборов является кремний на изоляторе (Silicon on Insulator, SOI)

Технология SOI разрабатывалась специально для получения приборов высокотемпературной электроники, и приложений, требующих устойчивости к воздействию жёсткого радиоактивного излучения. Для понимания принципиальных отличий этой технологии рассмотрим основные проблемы, возникающие в традиционных кремниевых интегральных схемах при воздействии высокой температуры. Технология SOI во многом решает проблемы при высоких температурах. Суть технологии заключается в дополнительной имплантации кислорода в кремниевую подложку с образованием внутри полупроводника диэлектрического слоя оксида кремния. Эта технология позволяет устранить большинство источников возникновения утечек в полупроводниковой структуре по сравнению с традиционной CMOS-технологией на кремнии. В настоящее время лидером в индустрии полупроводниковых приборов по технологии SOI является компания Honeywell. Она производит широкую номенклатуру высокотемпературных полупроводниковых приборов, в том числе микросхемы памяти, микроконтроллеры, датчики, операционные усилители. При использовании металлизации алюминием с барьерным подслоем из сплава титана и вольфрама Honeywell добилась жизненного цикла SOI-приборов 45 000 часов при температуре  $225^{\circ}\text{C}$  и 130 000 часов при температуре  $180^{\circ}\text{C}$ . К недостаткам этой технологии можно отнести рост сопротивления контакта на 10% по сравнению с традиционной металлизацией. Что касается радиационной стойкости изделий на базе SOI, то в настоящее время достигнут показатель в 1000 крад поглощённой дозы.

## **ЕМКОСТЬ *P-N* ПЕРЕХОДА. ВАРИКАПЫ. ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАРИКАПОВ**

Студент гр. 113431 Астапович А.В.

Канд. техн. наук, доцент Сернов С.П.

Белорусский национальный технический университет

Общая емкость *p-n*-перехода измеряется между выводами кристалла при заданных постоянном напряжении (смещении) и частоте гармонического напряжения, прикладываемых к переходу. Она складывается из барьерной, диффузионной емкостей и емкости корпуса кристалла.

Барьерная емкость обусловлена нескомпенсированным зарядом ионизированных атомов примеси, сосредоточенными по обе стороны от границы перехода. Эти объемные заряды неподвижны и не участвуют в процессе протекания тока. Они и создают электрическое поле перехода.

Прибор, работа которого основана на зависимости барьерной ёмкости *p-n* перехода от обратного напряжения, называется варикапом.

### **Основные параметры варикапов и их типовые значения**

1. Общая емкость — емкость, измеренная между выводами варикапа при заданном обратном напряжении.

2. Коэффициент перекрытия по емкости — отношение емкостей варикапа при двух заданных значениях обратных напряжений:

3. Сопротивление потерь — суммарное активное сопротивление, включая сопротивление кристалла, контактных соединений и выводов варикапа.

4. Добротность — отношение реактивного сопротивления варикапа на заданной частоте переменного сигнала к сопротивлению потерь при заданном значении емкости или обратного напряжения: (десятки—сотни единиц).

5. Температурный коэффициент емкости — отношение относительного изменения емкости к вызывавшему его абсолютному изменению температуры окружающей среды.

## СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТАКТОВ В ЖЕСТКИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

Студент гр. 113431 Астапович А.В.

Канд. техн. наук, доцент Ковалевская А.В.

Белорусский национальный технический университет

За последние два десятка лет достижения в области новых полупроводниковых материалов и приборов на их основе для жёстких условий эксплуатации претерпевают бурный рост. Под жёсткими условиями эксплуатации обычно подразумевают экстремальные режимы работы, например, температуру ниже  $-60^{\circ}\text{C}$  и выше  $200^{\circ}\text{C}$ , а также воздействие жёсткого радиоактивного излучения. В настоящее время наиболее перспективными полупроводниковыми материалами для рассматриваемого класса приборов является кремний на изоляторе (Silicon on Insulator, SOI)

Технология SOI разрабатывалась специально для получения приборов высокотемпературной электроники, и приложений, требующих устойчивости к воздействию жёсткого радиоактивного излучения. Для понимания принципиальных отличий этой технологии рассмотрим основные проблемы, возникающие в традиционных кремниевых интегральных схемах при воздействии высокой температуры. Технология SOI во многом решает проблемы при высоких температурах. Суть технологии заключается в дополнительной имплантации кислорода в кремниевую подложку с образованием внутри полупроводника диэлектрического слоя оксида кремния. Эта технология позволяет устранить большинство источников возникновения утечек в полупроводниковой структуре по сравнению с традиционной CMOS-технологией на кремнии. В настоящее время лидером в индустрии полупроводниковых приборов по технологии SOI является компания Honeywell. Она производит широкую номенклатуру высокотемпературных полупроводниковых приборов, в том числе микросхемы памяти, микроконтроллеры, датчики, операционные усилители. При использовании металлизации алюминием с барьерным подслоем из сплава титана и вольфрама Honeywell добилась жизненного цикла SOI-приборов 45 000 часов при температуре  $225^{\circ}\text{C}$  и 130 000 часов при температуре  $180^{\circ}\text{C}$ . К недостаткам этой технологии можно отнести рост сопротивления контакта на 10% по сравнению с традиционной металлизацией. Что касается радиационной стойкости изделий на базе SOI, то в настоящее время достигнут показатель в 1000 крад поглощённой дозы.

## ПОРИСТЫЕ ФИЛЬТРЫ НА ОСНОВЕ СТЕКЛООБРАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Студентка гр. 113411 Белявская Т.С.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе уделено внимание изучению особенностей получения пористых фильтров на основе стеклообразных материалов. В работе проведен литературный обзор в области получения пористых материалов технического назначения.

Пористые материалы - твердые тела, содержащие в своем объеме свободное пространство в виде полостей, каналов или пор. Обладают следующими свойствами: прочные и устойчивы против коррозии, могут работать в широком диапазоне температур.

Фильтры небольших размеров изготавливают спеканием свободно засыпанного порошка. Для более крупных фильтров применяют холодное прессование и последующее спекание. Для получения тонких пористых лент применяют прокатку. В основе работы пористых фильтров всех видов лежит процесс фильтрации газа через пористую перегородку, в ходе которого твердые частицы задерживаются, а газ полностью проходит сквозь нее. По типу перегородки все фильтры делятся на фильтры:

- 1) с зернистыми слоями (неподвижные свободно насыпанные зернистые материалы, псевдоожиженные слои);
- 2) с гибкими пористыми перегородками (ткани, войлоки, волокнистые маты, губчатая резина, пенополиуретан и др.);
- 3) с полужесткими пористыми перегородками (вязаные сетки, прессованные спирали и стружка и др.);
- 4) с жесткими пористыми перегородками (пористая керамика, пористые металлы и др.).

Стекланные фильтры представляют собой пористую пластинку, получаемую спеканием при высокой температуре стеклнного порошка, содержащего зерна определенной одинаковой величины. Пористые стеклнные пластинки впаивают в стеклнные воронки или другие обоймы, имеющие различную форму. В работе изучена технология спекания и факторы, влияющие на скорость протекания процесса формирования пористой структуры.

*В настоящее время пористые фильтры* применяют для очистки жидкостей от твердых частиц, очистки воздуха и газа от пыли, регулирования количества протекающей жидкости и газа в измерительных и распределительных устройствах, остановки пламени.

## ВЛИЯНИЕ РАЗБРОСА ПАРАМЕТРОВ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

Студент гр. ПГ-01 Борейко А.В.

Канд. техн. наук, доцент Бондарь П.М.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Для устранения влияния линейных ускорений на выходной сигнал микромеханических гироскопов (ММГ) используется дифференциальная схема, в которой выходной сигнал формируется как разностный сигнал двух одинаковых чувствительных элементов, первичные колебания которых происходят в противофазе. Такая схема требует идентичности параметров двух чувствительных элементов.

Выходной сигнал можно записать в виде (рис.1)

$$z_{\Sigma}^p = z - z' = 2q_0\Omega\lambda(\cos(\lambda t + \phi_1)/\Delta + \cos(\lambda t + \phi_2)/\Delta_1),$$

где  $z$  и  $z'$  - соответственно выходные сигналы (вторичные колебания) первого и второго чувствительных элементов;  $\Omega$  - измеряемая угловая скорость;  $\lambda$  - частота возбуждения первичных колебаний.

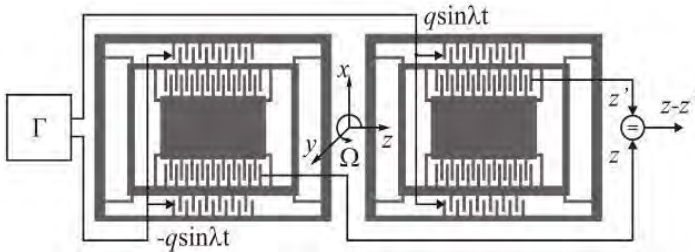


Рисунок 1 – Дифференциальная схема микромеханического гироскопа

При условии равенства парциальной частоты первичных колебаний  $k_1^2$  частоте возбуждения  $\lambda^2$  ( $k_1^2 = \lambda^2$ ) определители  $\Delta$  та  $\Delta_1$  будут

$$\Delta_i^2 = [-\Omega^2(k_2^{(i)2} - \Omega^2 - \lambda^2) - 4\lambda^2(h_1 h_2^{(i)} + \Omega^2)]^2 + 4\lambda^2[h_1(k_2^{(i)2} - \Omega^2 - \lambda^2) - h_2^{(i)}\Omega^2]^2;$$

Получена формула относительной ошибки, вызванной неодинаковостью парциальных частот вторичных колебаний  $k_2^{(i)}$  и коэффициентов демпфирования  $h_2^{(i)}$  измерителей на погрешности измерения угловой скорости.

Проведенное визуальное моделирование в среде MatLAB SimuLink подтвердило результаты теоретических исследований.



## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ХИМИКО - МЕХАНИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН**

Студентка гр. 113419 Варавко С.С.  
Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.  
Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является совершенствование технологии химико – механического полирования в производстве кремниевых пластин.

Полирование – это процесс обработки материалов до получения зеркального блеска поверхности. Полированная поверхность имеет глубину неровностей меньше длины волны видимого света. Полирование является окончательным шагом при изготовлении любого изделия из металла, камня, иногда из стекла. Выделяют следующие три направления процесса полирования: механическое, физическое, химическое.

На производстве №2 филиала «Транзистор» ОАО «Интеграл» в качестве полировальных суспензий используются суспензии импортного производства Nalco 2358 (1 стадия) и Nalco 2360 (2 стадия). Эти суспензии обладают хорошими полирующими характеристиками, но их главный недостаток – высокая цена.

По результатам преддипломной практики на производстве №2 филиала «Транзистор» ОАО «Интеграл», а так же по результатам литературно - патентного поиска предлагается использование новой полирующей суспензии, являющейся отечественным аналогом импортной. Данная суспензия является разработкой Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины.

Предлагаемая суспензия, по сравнению с базовым вариантом обеспечивает высокую скорость съема (1 мкм/ мин), а, следовательно, ее применение приведет к сокращению времени цикла полировки. Суспензия имеет более высокий показатель рН, но характеризуется содержанием дисперсионной фазы  $\text{SiO}_2$ .

В работе проведен литературный обзор в области полирования в производстве кремниевых пластин. Приведена классификация процессов полирования.

## АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЦЕОЛИТОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Студентка гр. 11304112 Голуб Н.А.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Данная работа посвящена особенностям применения цеолитов в электронной технике. Проведен критический обзор литературы в области получения адсорбентов. Цеолиты — общее название алюмосиликатных минералов. Различают цеолиты синтетические и природные, которые в свою очередь делятся по происхождению на осадочные и вулканические. Известно около 40 видов цеолитов.

Наиболее распространёнными являются клиноптилолит  $(K_2Na_2Ca)xAl_2Si_7O_{18}x6H_2O$ , морденит —  $(Na_2K_2Ca) xAl_2Si_{10}O_{24}x 7H_2O$  и гейландит  $(Ca_4Na)xAl_9Si_{27}O_{72} x 24H_2O$ . Для структуры цеолитов характерен алюмосиликатный каркас, в котором каждый ион алюминия или кремния окружен четырьмя ионами кислорода, а каждый ион кислорода связан с двумя ионами этих металлов. Цеолиты поглощают и выделяют не только воду, но и другие различные молекулы и без изменения кристаллической структуры.

Благодаря строго определённым размерам пор и внутренних полостей цеолиты являются отличными сорбентами для многих неорганических и органических веществ. Минералы обладают высокой селективностью к крупным катионам, способностью удерживать воду, соединения тяжёлых металлов и радионуклидов. К достоинствам природных цеолитов следует отнести их способность к регенерации, и как следствие, возможность применения в многоцикловом режиме. Низкая себестоимость и уникальные свойства природных цеолитов, обусловленные особенностями кристаллической решётки, химического состава, высокой ионообменной ёмкостью, молекулярно-ситовыми и каталитическими способностями выводит их на первое место в решении большого количества хозяйственных задач в различных областях деятельности человека, в том числе и в производстве электронной техники, так как они обладают хорошей электрической проводимостью.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ 3D-ПЕЧАТИ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

Студент гр.113430 Довыденко Е.М.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Данная работа посвящена анализу современного состояния 3D- печати применительно к биотехнологиям. Авторами [1] была получена хрящевая ткань посредством биопринтера, состоящего из струйного принтера и электропрядильной системы. Материалами служили живые клетки (хондроциты) и синтетический полимер (поликапролактоновые волокна)

Как показал анализ интернет-источников, при создании кровеносных сосудов используются 3 типа «биочернил»: 1) внеклеточный матрикс, соединяющий отдельные клетки в одну ткань; 2) основан на комбинации внеклеточного матрикса и живых клеток; 3) не имеет ничего общего с природными структурами, служит ключевым вспомогательными элементом. Чернила плавятся не при нагревании, а при охлаждении. В жидком состоянии их становится легко удалить из ткани и оставить сеть полых трубок - открытую систему кровеносных сосудов [2].

Биопринтинг без растворяющегося каркаса: 3D-принтер с двумя роботизированными конечностями может одновременно наплаивать волокна и отдельные клетки. В одну руку встроено сопло и используется для создания многослойной модели волокон из альгината натрия. Другая рука заполняет пустоты между волокнами клетками другого типа [3].

При помощи 3D-принтера напечатаны биоразлагаемые полимеры и биокерамика, которые могут быть использованы для поддержки и придания формы искусственным органам. Эти материалы так же могут быть использованы в качестве заменителя кости или зуба.

В настоящее время идет разработка биопринтеров для печати фрагментов человеческого лица по средствам испарения существующих тканей и заменой их новыми клетками, что поможет сделать огромный скачек в области пластической хирургии.

### **Литература**

1. Xu, Tao Hybrid printing of mechanically and biologically improved constructs for cartilage tissue engineering applications / Tao Xu et al. 2013.
2. David, B. 3D Bioprinting of Vascularized, Heterogeneous Cell-Laden Tissue Constructs / David B. Kolesky, Ryan L. Truby. 18 FEB 2014.
3. Ibrahim T. Ozbolat, Ibrahim Development of 'Multi-arm Bioprinter' for hybrid biofabrication of tissue engineering constructs. Ibrahim T. Ozbolat, Yin Yu. 05.10.2013.

## СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЛЬФОНОВ

Студентка гр. 113431 Едало А.И.

Канд. техн. наук, доцент Ковалевская А.В.

Белорусский национальный технический университет

Сильфон представляет собой тонкостенную цилиндрическую оболочку с поперечной гофрировкой. Под действием давления или осевой силы сильфон удлиняется или укорачивается. Если к нему приложены поперечные силы, создающие изгибающие моменты, то он получает соответствующие перемещения в осевой плоскости.

Сильфон способен давать значительные перемещения при характеристике, близкой к линейной, и постоянной эффективной площади. Эти свойства обеспечили сильфонам широкое применение в различных областях техники, в том числе и в приборостроении, несмотря на то, что технология изготовления сильфонов довольно сложна.

В процессе изготовления материал сильфона претерпевает большие пластические деформации. Поэтому для изготовления сильфонов из цельнотянутых трубок широко применяются такие материалы как полутомпак Л80, фосфористая бронза БР.ОФ 6,5-0,4. Однако низкие упругие свойства этих материалов определяют низкие качества получаемых из них сильфонов. Так, у полутомпаковых сильфонов гистерезис при рабочих температурах может достигать до 3-5%.

Сильфоны из нержавеющей стали 1Х18Н9Т применяются при работе в агрессивных средах или при повышенных температурах (до 400 °С). Упругие свойства таких сильфонов также не высоки (гистерезис при рабочих прогибах достигает 2-4%), поэтому как измерительные упругие элементы они имеют ограниченное применение или используются совместно с винтовой пружиной высокого качества.

Высокую точность и стабильность упругих свойств имеют сильфоны из дисперсионно-твердеющих сплавов; бериллиевых бронз марок Бр.Б2, Бр.Б5, Бр.БнТ1,9 и сплавы НЗ6ХТЮ, пластичность которых в мягком состоянии допускает глубокую вытяжку, а хорошие упругие свойства после термообработки обеспечивают высокое качество сильфонов. Гистерезис таких сильфонов не превышает 0,5-1% в пределах рабочего участка характеристики.

## **СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Аспирант Журавок А.А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Сернов С.П.

Белорусский национальный технический университет

Одним из этапов жизненного цикла оптического прибора является проектирование, которое делает возможным изготовление изделия с заданными характеристиками. Современное проектирование оптических приборов осуществляется в программной среде с использованием специальных методов и средств [1].

При проектировании производится анализ системы, который представляет собой моделирование работы проектируемого объекта с целью определения его характеристик. Чаще всего анализ реализуется как математическое, компьютерное моделирование. Так же применяется макетирование – изготовление опытного образца изделия.

На данный момент разработано большое количество программ оптического моделирования, таких как OSLO, ZEMAX, ASAP, LightTools, TracePro, отличающихся как кругом решаемых задач, так стоимостью и сложностью в освоении. Популярные решения используют универсальные подходы, но обладают рядом качеств, которые обуславливают их применение в той или иной области. Эти факторы следует учитывать при выборе программы проектирования.

Однако для решения некоторых специфических задач более эффективным является использование специализированных инструментов. Например, для анализа и оптимизации элементов вторичной оптики сигнальных фонарей транспортных средств нами используется собственная реализация системы моделирования неизображающих оптических систем [2]. Так как система учитывает особенности конструкции, а также специфику предъявляемых требований, такое решение позволило упростить процесс разработки.

### **Литература**

1. Шехонин, А. А. Методология проектирования оптических приборов: учеб. пособие / А. А. Шехонин, В. М. Домненко, О. А. Гаврилина – СПб: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2006. – 91 с.
2. А.А. Журавок, Д.В. Балохонов, С.П. Сернов. Моделирование неизображающей оптики для несменных источников света. //Материалы 2-й Международной студенческой научно-технической конференции «Новые направления развития приборостроения». Минск, БНТУ, 2009, с.214.

## ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИИ КВАРЦЕВОГО УПРУГОГО ПОДВЕСА АКСЕЛЕРОМЕТРА НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ

Студент гр. ПГ-81 (магистрант) Золотарев Е.А.  
Канд. техн. наук, доцент Бондар П.М.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В современных микроакселерометрах используются чувствительные элементы (ЧЭ) консольного типа, в которых в качестве конструктивного материала используется кварц различных срезов [1]. Основной целью работы является оценка деформации ЧЭ под действием ускорения и возникающих при этом поверхностных напряжений с помощью программного пакета Comsol Multiphysics с учетом анизотропии упругих характеристик материала.

Объектом исследований является повес равных напряжений (рис. 1), для двух срезов кварца. Ориентации срезов задаются с помощью углов Эйлера, а учет анизотропии реализован переходом от главной системы кристаллографических осей к осям исследуемого среза [2].

Показано, что вид среза существенно влияет на жесткость и величину собственных частот колебаний подвеса. Так жесткость для различных срезов отличается в 1, 3 раза.

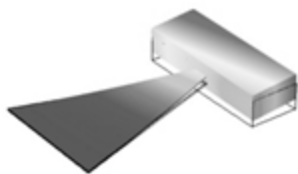


Рисунок 1 – Чувствительный элемент

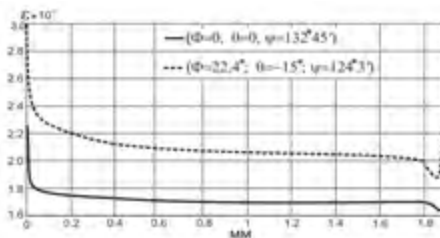


Рисунок 2 – Относительные деформации подвеса в зависимости от типа среза кварца

### Литература

1. Балышева, О. Л. Материалы для акустоэлектронных устройств: учеб. пособие / О.Л. Балышева; ГУАП. СПб., 2005. 50 с.: ил.
2. Heyliger, P. Elastic constants of natural quartz / P. Heyliger, H. Ledbetter, S. Kim. // Acoustical Society of America Journal. – 2003. – №114. – С. 644–650.

## **ОБРАБОТКА КРИВЫХ И СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАММ**

Магистранты Ильина Н.А., Рахимова А.Д.  
Д-р техн. наук, профессор Юран С.И.  
ФГБОУ ВПО Ижевский государственный технический  
университет имени М.Т. Калашникова

Одной из основных задач в области фотоплетизмографии является устранение или ослабление влияния артефактов, а также построение автоматизированной аппаратуры, обеспечивающей снижение влияния артефактов при регистрации и обработке фотоплетизмограмм [1]. Для решения этих задач необходимо создание базы данных эталонов фотоплетизмограмм, искаженных артефактами различной природы.

В ходе исследования были записаны фотоплетизмограммы с различными артефактами. Полученные реализации пульсовых кривых обрабатывались усовершенствованной программой для просмотра и редактирования фотоплетизмограмм PulseViewer 4.c. После выполнения настроек, предусмотренных в программе, оценивался уровень артефактов в записанной реализации пульсовых кривых по количеству исключенных из нее фотоплетизмограмм, искаженных артефактами.

Исключение некорректных данных в этой программе производилось путем поиска значений фотоплетизмограмм, выходящих за пределы заданного оператором допуска по амплитуде и длительности периода.

Результаты обработки могут быть сохранены в файл. Хранение информации в файлах приводит к потере времени, связанной с поиском необходимых файлов, а также создает угрозу целостности данных. В связи с этим было принято решение о переходе хранения информации в базе данных. Это позволяет упростить хранение и систематизацию результатов экспериментов, сделать более доступной необходимую статистическую информацию. В исследованиях использована реляционная база данных [2], предназначенная для хранения параметров фотоплетизмограмм.

Таким образом, размещение зарегистрированных фотоплетизмограмм с артефактами в разработанной базе данных позволяет хранить и эффективно использовать их в проводимых исследованиях.

### **Литература**

1. Алексеев, В.А. Снижение влияния артефактов при регистрации фотоплетизмограмм / В.А. Алексеев, С.И. Юран // Датчики и системы.– 2007.–№6.–С. 19–22.
2. Алексеев, В.А. Выделение приоритетных параметров для базы данных пульсовых кривых / В.А. Алексеев, А.А. Дюпин, С.И. Юран // Изв. Самарского научного центра Российской академии наук. – Т.15. – №4, 2013. – С.253–257.

## **КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОЭМУЛЬСИОННЫХ СИСТЕМ**

Студентка группы 1134112 Карпович Т.А.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

В период становления коллоидной химии "коллоидами" называли клееподобные аморфные тела; теперь термин "коллоиды" - синоним высокодисперсных систем, то есть дисперсных систем с наиболее развитой поверхностью раздела фаз. Дисперсность - микрогетерогенность как универсальное состояние вещества во всех природных объектах и технологических системах: горные породы и почвы, ткани живых организмов, всевозможные материалы, суспензии, эмульсии, пены, аэрозоли, построенные из наноразмерных частиц.

В данной работе уделено внимание изучению микроэмульсионных систем. Микроэмульсии – термодинамически устойчивые наноструктурированные среды, в которых капли одной жидкой фазы распределены в другой жидкой фазе. Размер капель микроэмульсий составляет единицы и десятки нанометров. Микроэмульсии образуются самопроизвольно в ряде систем, содержащих воду, органический растворитель и одно или несколько поверхностно-активных веществ.

Эмульсиями называются дисперсные системы, в которых дисперсионная среда и дисперсная фаза находятся в жидком состоянии. Если одна из жидкостей является полярной, например вода, то вторая - должна быть неполярной или малополярной, например, органическая жидкость. Получают эмульсию путем соединения двух несмешивающиеся жидкостей; диспергированием фазы II, с образованием нестабильной эмульсии; коагуляцией частиц фазы II, с разделением фаз неустойчивой эмульсии. Эмульсии со временем самопроизвольно разрушаются. Ускорить процесс разрушения эмульсии можно различными способами: химическое разрушение защитных пленок эмульгатора соответствующим реагентом; прибавление эмульгатора; термическое разрушение; механическое воздействие.

Эмульсии широко используют в различных отраслях промышленности: пищевая; строительная промышленность (пропиточные композиции); автомобильная промышленность (получение смазочно-охлаждающих жидкостей); сельское хозяйство (пестицидные препараты); медицина (производство лекарственных и косметических средств).



## **МЕТОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ ДИЭЛЕКТРИКОВ**

Студент гр. 113411 Карсюк А. Ю.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Разработка методов управления радиационной стойкостью материалов, надежного прогнозирования их поведения в полях ионизирующего излучения для нужд ядерной и термоядерной энергетики, космической и лазерной техники, микро- и оптоэлектроники тесным образом связана с необходимостью исследования процессов электронных возбуждений при воздействии ионизирующего излучения в твердых телах. Естественно, что изучение этих процессов в первую очередь должно проводиться на модельных объектах. Для систем с преобладающим ионным типом связи модельными являются щелочно-галоидные кристаллы (ЩГК). Эти кристаллы имеют достаточно простую структуру решетки. На сегодняшний день при исследовании процессов, протекающих в ЩГК, находящихся в поле радиации, обнаружены такие фундаментальные явления, как автолокализация дырок и экситонов, установлена связь процессов неударного создания структурных дефектов с распадом низкоэнергетических электронных возбуждений. Однако многие процессы являются специфическими не только для различных классов материалов, но и для разных представителей класса щелочно-галоидных кристаллов.

В данной работе проведен литературный обзор в области синтеза ЩГК. Изучены методы выращивания щелочно-галоидных кристаллов. Одним из таких методов является выращивание ЩГК кристаллов из расплава. Он включает в себя разращивание кристалла до заданного диаметра при поддержании постоянного уровня расплава за счет подпитки расплава шихтой, вытягивание цилиндрической части монокристалла при подпитке шихтой с добавкой активатора в определенном количестве, в течение определенного времени. ЩГК используются в качестве пассивных лазерных затворов, рабочих сред для оптических квантовых генераторов, в качестве оптических материалов для ИК- и УФ-областей спектра, термолюминесцентных дозиметров ионизирующего излучения, оптических запоминающих устройств.

## **МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИИ НА ТВЕРДЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ДИЭЛЕКТРИКИ**

Студент группы 113411 Карсюк А.Ю.

Канд. техн. наук, доцент Карпович Е.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Органические диэлектрики находят широкое применение в электронике, поэтому вопрос влияния радиации на структуру и свойства этих материалов является актуальным. Электрические свойства композиционных полимерных диэлектриков, подвергаемых воздействию ионизирующего излучения, определяется в основном их полимерными составляющими, т.к. радиационная стойкость неорганических составляющих композиционных материалов (слода, стекло) во много раз превосходят стойкость полимерных составляющих. Степень превращений, происходящих под влиянием радиации, характеризуется радиационно-химическим выходом  $G$ , которая определяет число молекул, образовавшихся или погибших в результате радиационно-химических реакций при поглощении системой 100 эВ энергии излучения.

Установлено, что свободорадикальные реакции вносят значительный вклад в конечные радиационно-химические превращения полимеров. Свободные радикалы могут рекомбинировать с образованием стабильных продуктов или диффундировать от места своего рождения до встречи с другим дефектам, стабилизироваться и накапливаться в твердых телах, рекомбинируя затем с выделением тепла, экситонов и т.д. Свободные радикалы часто играют роль ловушек свободных носителей тока. При облучении также происходят значительные изменения структуры и свойства полимерных материалов обусловленных необратимыми процессами в результате образования межмолекулярных поперечных связей и деструкции полимеров. Оба этих процесса при облучении происходят одновременно, однако соотношение их скоростей может меняться в широких пределах и зависит от вида материала. После прекращения облучения возможны реакции возникших радикалов и дальнейшее изменение свойств полимеров. Тепловая обработка облученных полимеров ускоряет послерадиационные процессы, обусловленные реакциями захваченных свободных радикалов. При облучении полимерных материалов следует учитывать также газовыделение. Это процесс может значительно повлиять на изменение свойств материала после облучения.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ ПАРАМАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС**

Студент группы 113411 Карсюк А.Ю.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Сернов С.П.

Белорусский национальный технический университет

Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) – резонансное поглощение электромагнитных волн диапазона  $10^9$ - $10^{12}$  Гц парамагнетиками, парамагнетизм которых обусловлен электронами. Метод ЭПР основан на известном эффекте Зеемана, заключающемся в том, что при введении парамагнитной частицы, характеризующейся квантовым числом  $S$ , в постоянное магнитное поле ее основной энергетический уровень расщепится на  $2S+1$  подуровней, отделенных друг от друга интервалами энергии. Из этого следует, что при совпадении энергии электронного перехода с энергией фотона электромагнитной волны будет происходить резонансное поглощение СВЧ излучения. Таким образом, условие резонанса определяется фундаментальным соотношением магнитного резонанса:

$$h\nu = g\beta B_0,$$

где  $\beta$  – единица атомного магнетизма – магнетрон Бора;  $g$  – фактор спектроскопического расщепления;  $B_0$  – напряженность магнитного поля.

Метод ЭПР дает уникальную информацию о парамагнитных центрах. Он однозначно различает примесные ионы, изоморфно входящие в решетку от микровключений. При этом получается полная информация о данном ионе в кристалле: валентность, координация, локальная симметрия, гибридизация электронов, сколько и в какие структурные положения электронов входит, ориентирование осей кристаллического поля в месте расположения этого иона, полная характеристика кристаллического поля и детальные сведения о химической связи. И, что очень важно, метод позволяет определить концентрацию парамагнитных центров в областях кристалла с разной структурой. Но спектр ЭПР это не только характеристика иона в кристалле, но и самого кристалла, особенностей распределения электронной плоскости, кристаллического поля и диагностическая характеристика материала. Это свойство используется в методе спиновых меток и зондов, основанном на введении стабильного парамагнитного центра. Также ЭПР наблюдается в растворах и стеклах, содержащих ионы переходных металлов. Это позволяет судить о заряде парамагнитных ионов, строении сольватных оболочек и т.п. Спектр ЭПР в газах ( $O_2$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ) сложнее, что связано со спин-орбитальным взаимодействием, вращательным движением молекул и влиянием ядерного спина.

## ВЛИЯНИЕ ПЕРЕКРЕСТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ТОЧНОСТЬ ММГ РОТОРНОГО ТИПА

Студент гр.ПГ-32м Ковальчук Ю.В.

Канд. техн. наук, доцент Бондарь П.М.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

При проектировании подвесов микромеханических гироскопов (ММГ) роторного типа основное внимание уделяют обеспечению линейности их упругих характеристик [1]. При этом поперечная жесткость вызывает появление вторичных колебаний вокруг оси  $x_c$ . Целью работы является исследование влияния возникающей при этом перекрестной связи между каналами на точность измерения угловой скорости.

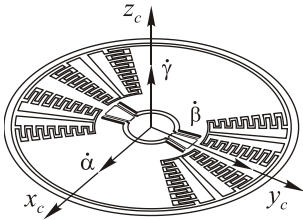


Рис. 1. Схема

В предположении малости амплитуд  $\gamma$  первичных,  $\alpha$  и  $\beta$  вторичных колебаний для произвольно вращающегося основания (

$\vec{U} = \{U_{x_c}, U_{y_c}, U_x\}$ ) получена следующая математическая модель ММГ:

$$\ddot{\alpha} + 2h_1\dot{\alpha} + [k_\alpha^2 + d_1(U_{y_c}^2 - U_x^2)]\alpha - c_1U_x\dot{\beta} = g_1U_{y_c}\dot{\gamma} + g_1U_x\dot{\gamma}\alpha + n_1U_{y_c}U_x;$$

$$\ddot{\beta} + 2h_2\dot{\beta} + [k_\beta^2 + d_2(U_{x_c}^2 - U_x^2)]\beta + c_2U_x\dot{\alpha} = g_2U_{x_c}\dot{\gamma} - g_2U_x\dot{\gamma}\beta + n_2U_{x_c}U_x;$$

$$\ddot{\gamma} + 2h_3\dot{\gamma} + [k_\gamma^2 + d_3(U_{x_c}^2 - U_{y_c}^2)]\gamma - g_3U_{y_c}\dot{\alpha} - g_3U_{x_c}\dot{\beta} = q_0 \sin \lambda t + n_3U_{y_c}U_{x_c},$$

где  $g_i, d_i, c_i, n_i$  - коэффициенты, зависящие от соотношения моментов инерции чувствительного элемента ММГ;  $h_i$  - коэффициенты затухания;

$k_{\alpha, \beta, \gamma}$  - соответствующие парциальные частоты.

Для исследования влияния коэффициентов перекрестной жесткости  $c_i$  и соотношения парциальных частот  $k_\alpha$  и  $k_\beta$  на величину погрешности было произведено моделирование уравнений в среде Matlab. Сформулированы требования к отношению жесткостей подвеса относительно осей.

### Литература

1. Пешехонов, В.Г. Результаты разработки микромеханического гироскопа. / В.Г. Пешехонов и др. // В кн.: XII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам 23-25 мая 2005 г. – С.268-274.

## СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ПИРОЛИЗОМ $C_2H_4$ НА ПОРОШКАХ $LaNi_5$

Студенты гр.113430 Козлова Т.А., гр.113410 Шелухин К.А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Углеродные наноструктуры (УНС) - графитовые нановолокна и нанотрубки - привлекают к себе пристальное внимание благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам. Одним из наиболее распространенных методов их синтеза является пиролиз углеводородов на металлических катализаторах, в частности - на порошках переходных металлов [1]. Однако до настоящего времени обсуждаются различные модели механизма процессов образования и роста УНС в условиях пиролиза. Ранее впервые было показано, что порошки интерметаллических соединений на основе редкоземельных и 3d-переходных металлов также могут являться катализаторами образования УНС. Авторы [1] получали порошок катализатора  $LaNi_5$  со средним размером частиц 1-10 мкм. Пиролиз этилена проводился в кварцевом проточном реакторе, при давлении 1 атм.

Катализатор равномерно распределялся на дне кварцевой лодочки. Перед напуском газов реактор вакуумировался, затем заполнялся Ag. Смесь и  $H_2$  подавалась до начала нагрева печи. После достижения рабочей температуры в систему подавался этилен. Суммарная скорость потока газов во всех опытах была постоянной. По окончании процесса печь охлаждалась в токе Ag и  $H_2$ . В серии экспериментов варьировались такие параметры, как температура и состав газовой смеси -  $Ag:H_2:C_2H_4$ . Данные экспериментов по зависимости выхода УНС от состава газовой смеси говорят, о том, что при низком содержании  $H_2$  в газовой фазе происходит быстрая дезактивация катализатора за счет отлагающегося пироуглерода, который не успевает диффундировать через частицы металла, и прекращение дальнейших процессов, обеспечивающих рост УНС.

Для более полного понимания механизма образования и роста, необходимо, в частности, дать ответы на вопросы, касающиеся агрегатного состояния металлических частиц катализатора и наличия фазы карбида в процессах роста УНС [2].

### Литература

1. Трефилов, В.И. / Фуллерены - основа материалов будущего / В.И. Трефилов, Д.В.Щур, Б.П. Тарасов, Ю.М. Шульга, А.В. Черногоренко, В.К. Пишук, С.Ю. Загинайченко – Киев: АДЕФ 2001.
2. Тарасов, Б.П. Успехи химии / Б.П. Тарасов, Н.Ф. Гольдшлегер, А.П. Моравский – 2001. – Т. 70, №2. – С. 149-166.

## **ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОЗОЛЕЙ КРЕМНЕЗЕМА В ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКЕ**

Студентка гр. 113411 Козловская К.А.  
Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.  
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время нанодисперсный  $\text{SiO}_2$ , является лидером мирового рынка наноматериалов. Термин «нанодисперсный кремнезем» объединяет все многообразие разновидностей дисперсного кремнезема (золи, гели, суспензии, пасты), встречающихся в естественных условиях (кварц, опал) или создаваемый человеком в процессе его технологической деятельности (аэросил, гидрозоли, силикагели, белая сажа).

Нанодисперсный кремнезем – важнейший природный объект и основной компонент оксидных материалов, получаемых золь-гель методом. Наиболее интересными и важными представителями нанодисперсного кремнезема являются золи (ультрамикрогеторогенные дисперсные системы с жидкой или твердой дисперсионной средой и твердой дисперсной фазой), частицы которых участвуют в броуновском движении. Гидрозоли кремнезема – представители нанодисперсных оксидных систем, чрезвычайно широкое применение, которых обусловлено полимерной природой частиц, наличием высокоразвитой поверхности и функциональных групп, что обеспечивает высокую реакционную способность и возможность адсорбционного модифицирования поверхности частиц.

Основным химическим процессом при получении золь-гелей является реакция поликонденсации. Ее протекание обеспечивает образование и рост частиц. Характерная особенность гидрозолей кремнезема как высоколиофильных систем является их способность к гелеобразованию. Образование геля – это переход от свободнодисперсной системы к связнодисперсной. Золь-гель технология обладает преимуществами по сравнению с традиционными методами получения материалов, так как позволяет обеспечить высокую частоту исходных материалов и гомогенность получаемого продукта, регулировать микроструктуру материалов на начальной стадии процесса, изменять реологические свойства дисперсной системы в широких системах.

На основе  $\text{SiO}_2$  золь-гель методом получено большое количество материалов: катализаторов и адсорбентов, цеолитов, покрытий и стекол, лакокрасочных материалов. Превращение золь-гелей в гель – основа новейших нанотехнологий получения светодиодов, оптических и антикоррозионных покрытий, фотоматериалов, высокодисперсных абразивов и других материалов с уникальными свойствами и регулируемой структурой.

## **МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДАТЧИКОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА**

Студент 5 к. ф-та ХТиТ Мокич А.А.

Канд. техн. наук, доцент Дятлова Е. М.

Белорусский государственный технологический университет

Целью данной работы является разработка керамических материалов на основе титаната бария, модифицированных оксидами типа RO и R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> для полупроводниковых датчиков CO<sub>2</sub>.

Керамические материалы были синтезированы в системе BaO–CuO–La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–TiO<sub>2</sub> методом высокотемпературного спекания смеси исходных компонентов, предварительно измельченной совместным помолом в микрошаровой мельнице. После термообработки спеки измельчались до получения порошков с удельной поверхностью не менее 10000 см<sup>2</sup>/г. Из порошков приготавливались суспензии, которые капельным методом наносились на подложку датчика изготовленную из анодированного оксида алюминия. Подложка с нанесенным на нее чувствительным слоем обжигалась при помощи нагревательных электродов в течение 3 суток.

В ходе исследования были проведены измерения основных электротехнических характеристик работы датчика: изменение электрической емкости и сопротивления, чувствительность к различным концентрациям CO<sub>2</sub>, время детектирования и релаксации.

Установлено, что полупроводниковые газовые датчики с чувствительными элементами на основе исследуемой системы обладают высокой чувствительностью (коэффициент чувствительности 1,8–2) и быстродействием (60–90 с). При этом они характеризуются малым временем релаксации электрофизических параметров, составляющим от 10 до 25 секунд, а также низким электропотреблением (до 110 мВт).

Комплекс указанных характеристик, вероятно, объясняется кристаллической структурой синтезированного керамического материала. Введение в решетку титаната бария ионов меди и лантана с замещением регулярных ионов приводит к изменению потенциалов энергетических уровней на границах раздела фаз полупроводник/газ. Вышеуказанные факторы способствуют повышению скорости хемосорбции и десорбции молекул детектируемого газа на поверхности чувствительного элемента за счет изменения сродства к электрону. Повышению чувствительности также способствует развитая поверхность чувствительного элемента, образующаяся за счет введения ионов лантана, выступающих в качестве ингибиторов роста зерен титаната бария. Кроме того фазовый состав материала чувствительного элемента обладает сниженным удельным сопротивлением, что обуславливает сниженное энергопотребление.

## **НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПРОЗРАЧНЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ НА ГНУЩИХСЯ ПОДЛОЖКАХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЖК-ДИСПЛЕЯХ**

Аспирант Пасынков А.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Материалы, используемые в качестве прозрачных электродов для обычных ЖК-дисплеев, не могут быть применены на гнущихся подложках из тонкого стекла или полимеров из-за ряда недостатков: хрупкость полученной структуры, отслаивание пленок от подложек, сложность технологии, низкая электропроводность тонких слоев. Также некоторые материалы, используемые в качестве электродов, такие как легированные полимеры мало стабильны.

После исследования наноматериалов, таких как, чернила на основе углеродных нанотрубок, графена, тонких металлических пленок, наноструктурированных металлических пленок [1,2], была выбрана нанопористая сетка алюминия, полученная электрохимическим анодированием. Структура имеет высокую проводимость, за счет алюминия, достаточную для практических целей прозрачность в видимом диапазоне длин волн, так же эта структура может быть использована в качестве ориентирующего жидкие кристаллы в пространстве функционального слоя, упрощая технологию производства ЖК матриц[3].

Технология анодирования алюминия хорошо исследована, однако, за счет применения аморфных подложек, необходимо модифицировать технологический маршрут получения структуры, которые применялся для получения аналогичной структуры на стеклянных подложках: изменять кислотный состав электролита, комбинируя серную, щавелевую и винную кислоты, а так же необходимо исследовать режимы низких токов анодирования для получения заданных характеристик покрытия.

### **Литература**

1. Степанов, А.А. Структура, морфология и электрофизические свойства прозрачных наносетчатых плёнок алюминия / А.А.Степанов, А.Г.Смирнов. // Доклады БГУИР. – 2012.
2. Hecht, D.S. Emerging Transparent Electrodes Based on Thin Films of Carbon Nanotubes, Graphene, and Metallic Nanostructures / D.S.Hecht, Liangbing Hu // Adv. Mater. 2011, 23, 1482–15132.
3. Жагиро, П. Наноструктурированные вертикально-ориентирующие слои для жидкокристаллических дисплеев / П. Жагиро, А. Смирнов, А.Степанов // Доклады БГУИР - 2009



## ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ГРУППЫ A<sup>IV</sup>B<sup>IV</sup> В ЭЛЕКТРОНИКЕ

Студент гр.113431 Пацино Е.В.

Канд. техн. наук, доцент Карпович Е.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Карбид кремния — химическое соединение относящееся к группе A<sup>IV</sup>B<sup>IV</sup>, в котором углерод и кремний связаны в соотношении 1:1; это тугоплавкое соединение со связями ковалентного типа.

В настоящее время известно более 100 различных политипов карбида кремния. Физико-механические и химические свойства кристаллов карбида кремния слабо зависят от структуры политипа. Основные свойства альфа-карбида кремния ( $\alpha$ -SiC) приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные свойства карбида кремния

Физические свойства	Значения
Ширина запрещенной зоны	2,4 – 3,1 эВ
Подвижность электронов при 20 °С	0,01-0,05 м <sup>2</sup> /В · с
Подвижность дырок при 20 °С	0,002-0,005 м <sup>2</sup> /В · с
Диэлектрическая проницаемость	6,5-7,5

Важной особенностью карбида кремния является его способность к люминесценции в видимой области спектра. Используя различные политипы, а также изменяя примесный состав монокристаллов, в карбиде кремния можно получить люминесценцию с любым цветом излучения – от красного до фиолетового.

В следствии особых электрических характеристик карбид кремния используют в качестве нагревательных элементов, варисторов и т.п. По сравнению с приборами на основе кремния и арсенида галлия приборы из карбида кремния имеют следующие преимущества:

- в несколько раз большая ширина запрещенной зоны;
- в 10 раз большая электрическая прочность;
- высокие допустимые рабочие температуры (до 600 °С);
- теплопроводность в 3 раза больше, чем у кремния, и почти в 10 раз больше, чем у арсенида галлия;
- устойчивость к воздействию радиации;

В последние годы карбид кремния прочно завоевал лидирующее место среди полупроводниковых материалов. Этот материал привлекает к себе внимание не только как перспективный материал, но и как интересный объект в области физики полупроводников.

## ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ПРОЗРАЧНОЙ СТЕКЛОКЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ БОРАТОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Студент гр. 113411 Пузырев И.С.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе особое внимание уделено изучению синтеза прозрачной стеклокерамики на основе боратов, спектроскопическим характеристикам некоторых РЗЭ в стеклокристаллических материалах. Проведен критический обзор литературы в области получения стеклокерамики на основе РЗЭ.

Редкоземельные элементы - это металлы серебристо-белого цвета, некоторые - с желтоватым оттенком (Pr, Nd). Они пластичны и электропроводны, легко поддаются механической обработке. Относительные изменения свойств могут быть совсем небольшими или, наоборот, значительными. Особенно резко отличаются свойства, отражающие переход из связанного состояния в свободное и обратно. РЗЭ находят применение в 130 областях науки и техники. Устойчивый спрос на РЗЭ и постепенное истощение традиционного редкоземельного сырья создает необходимость разрабатывать способы извлечения РЗЭ из вторичного сырья, например, отходов глиноземного.

Поскольку физические свойства стеклокерамики определяются составом, дисперсностью и концентрацией кристаллических фаз выделения, основное внимание уделялось изучению зарождения кристаллов и фазовому составу стеклокерамики. Получать прозрачные стеклокристаллические материалы можно с помощью термообработки в определенных режимах боратных стекол, с большим содержанием оксидов РЗЭ кристаллизующихся в системах  $B_2O_3 - Ln_2O_3$ .

Микроструктура стеклокерамики, размер и концентрация кристаллических частиц в стеклофазе определяются скоростью зарождения и скоростью роста зародышей. Температурные зависимости этих скоростей различны. Очевидно, что для получения прозрачной стеклокерамики, т.е. материала с большой концентрацией микрокристаллов малого размера, необходимо создать условия, при которых достаточно велика скорость зарождения кристаллов и мала скорость их роста.

## ТЕРМОБИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПРУЖИНЫ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ

Студент группы 113411 Пузырев И.С

Канд. техн. наук, доцент Ковалевская А.В.

Белорусский национальный технический университет

В работе особое внимание уделено изучению термобиметаллических пружин, их применение и свойства.

Термобиметаллическая пружина - состоит из двух полосок, материал которых имеет различные коэффициенты линейного расширения. Слой биметалла с большим коэффициентом называют активным в отличие от инертного слоя с меньшим коэффициентом линейного расширения. При нагреве биметаллическая полоса изгибается в сторону инертного компонента. Нагрев термобиметалла осуществляется либо путем теплообмена между элементом и окружающей средой, либо при прохождении электрического тока, и тогда термобиметалл является элементом сопротивления. Если биметалл работает в условиях высоких температур (270-410°C), то материал его должен быть достаточно термостойким.

Материалы слоев термобиметалла должны обладать большой разницей между коэффициентами линейного расширения для обеспечения достаточной чувствительности. Коэффициент чувствительности  $(15,5-18,5) \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$  - марка ТБ103/70. Если термобиметалл является измерительным упругим элементом (модуль упругости  $125-190 \text{ кН/мм}^2$ ), то для получения линейной характеристики термобиметалла желательно, чтобы коэффициент линейного расширения его компонентов не изменялся с изменением температуры или же изменялся одинаково. Материал термобиметалла должен иметь высокий коэффициент упругости, чтобы при работе в нем не возникали остаточные деформации. С другой стороны, желательна высокая пластичность материала, позволяющая прокатывать биметаллические полосы до малых толщин (100 мкм) и изготавливать элементы требуемой формы. Компоненты биметалла должны хорошо свариваться и спаиваться. Простота конструкции, надежность в работе, невысокая стоимость обеспечили широкое применение термобиметаллических элементов в различных приборах и устройствах. Термобиметаллическая пружина часто используется, например, как чувствительный элемент термометра. Для повышения чувствительности термобиметаллическому элементу термометра обычно придают спиральную и винтовую форму, которая обеспечивает достаточную длину элемента при его небольших габаритных размерах. Часто они используются для измерения других параметров, преобразуемых в температуру. Например, для измерения силы и мощности тока используются биметаллические пружины амперметры и ваттметры.

## ЭФФЕКТ ГАННА

Студент группы 113411 Пузырев И.С.  
Канд. физ.-мат. наук, доцент Сернов С.П.  
Белорусский национальный технический университет

Внешнее проявление эффекта состоит в возникновении периодических колебаний тока в некоторых кристаллах (арсенид галлия, фосфид индия и др.), если напряженность электрического поля в кристалле превышает некоторое критическое значение. Период возникающих колебаний определяется временем пролета электронов от катода к аноду.

Эффект открыт Дж. Ганном в 1973 г.; в 1965 г. появились первые генераторы и диоды Ганна. Применение диода Ганна в качестве стабилизатора тока в непрерывном импульсном режиме, с целью уменьшения времени установления режима стабилизации, устранения дополнительных источников питания и расширения рабочего диапазона стабилизации.

Генерация колебаний идет по всему объему кристалла, а не в узкой области р-п перехода, поэтому возможно достижение весьма больших мощностей СВЧ-колебаний при довольно миниатюрных размерах СВЧ-генераторов (частоты генераторов Ганна - 109 – 1010 Гц).

Уже сейчас на основе этого эффекта разработан ряд весьма полезных приборов: различного рода генераторы и усилители СВЧ, стабилизаторы токов, быстродействующие (10<sup>-9</sup> сек.) логические схемы. Основное применение приборов Ганна – системы массовой видеотелефонной и телефонной связи, а также блоки ЭВМ.

Генераторы Ганна, обеспечивающие мощность до нескольких киловатт в импульсном режиме и нескольких ватт в непрерывном режиме. Физический механизм эффекта Ганна может быть объяснен на основе зонной теории твердого тела.

На основе эффекта создан объемный нейристор-прибор, моделирующий поведение нервного волокна. Отметим, что величина критической напряженности электрического поля зависит от магнитного поля; в некоторых случаях изменение величины эффекта или полное прекращение генерации СВЧ-колебаний может быть вызвано собственным магнитным полем тока, протекающего через прибор.

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА НАНОМАТЕРИАЛОВ

Студентка группы 11304112 Романова К. В.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Наноматериалы - материалы, содержащие структурные элементы, геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм, и обладающие качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками.

В данной работе уделено внимание изучению наноматериалов, их классификация и свойства, их методы анализа. Существуют различные виды наноматериалов, каждый из которых характеризуется присущей ему спецификой структуры и свойств. Наноматериалы подразделяются по степени структурной сложности на наночастицы и наноструктурные материалы. Наночастицы представляют собой наноразмерные комплексы определенным образом взаимосвязанных атомов или молекул. К наночастицам относятся: нанокластеры, нанокристаллы, фуллерены, нанотрубки, супермолекулы, биомолекулы, мицеллы, липосомы. Наноструктурные материалы представляют собой ансамбли наночастиц. В таких материалах наночастицы играют роль структурных элементов. Наноструктурные материалы подразделяются по характеру взаимосвязи наночастиц на консолидированные наноматериалы и нанодисперсии.

У наноматериалов существует особая специфика, которая заключается в предъявлении повышенных требований к разрешающей способности методов исследования (возможность исследовать участки поверхности образцов с размерами менее 100-200 нм). Основные из таких методов: просвечивающая электронная микроскопия, растровая электронная микроскопия, электронная оже-спектроскопия, масс-спектроскопия вторичных ионов, лазерный микрозондовый анализ, сканирующая туннельная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, магнитосиловая зондовая микроскопия, сканирующая микроскопия ближней оптической зоны.

Из всех методов в данной работе более подробно рассматривается атомно-силовая микроскопия. В этом методе регистрируют изменение силы взаимодействия кончика зонда (иглы) с исследуемой поверхностью.

## **ПЕНООБРАЗОВАНИЕ В РАСТВОРАХ ПАВ**

Студентка группы 11304112 Семененко Ю.А.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Пены – это высококонцентрированные гетерогенные системы, в которых дисперсная фаза состоит из пузырьков газа, а дисперсионная система (жидкая или твердая) образует тонкие пленки между пузырьками газа.

В данной работе уделено внимание изучению микрогетерогенных систем, к которым относят системы с газообразной дисперсионной средой (суспензии, эмульсии, пены) и области их применения в процессе очистки поверхностей от загрязнений, при тушении пожаров, в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности.

Пены по своей природе близки к концентрированным эмульсиям, но дисперсной фазой в них является газ, а не жидкость. Пены получают из растворов поверхностно-активных веществ. Для повышения их устойчивости в растворы ПАВ добавляют высокомолекулярные вещества, повышающие вязкость растворов. Сам процесс пенообразования состоит в том, что окруженные адсорбционным слоем пузырьки газа поднимаются до поверхности жидкости, встречают имеющийся на ней адсорбционный слой, растягивают его и образуют двусторонние пленки. Пенообразование может быть нежелательным в производственных процессах. В таких случаях применяют способы пеногашения, в основе которых лежит разрушение адсорбционных слоев, стабилизирующих пену. В качестве пеногасителей используют вещества с высокой поверхностной активностью, но не способные стабилизировать пену.

Пены можно получить двумя методами: диспергирования и конденсации. Один путь состоит в укрупнении частиц при агрегации молекул или ионов – такой метод называют конденсационным. Второй путь заключается в измельчении крупных частиц до коллоидной дисперсности, его осуществляют методом диспергирования. В данной работе более подробно будет рассматриваться метод диспергирования

## ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕГИРОВАННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СЛОЕВ ЭПИТАКСИЕЙ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

Студент гр. 113410 Синяк В.М.

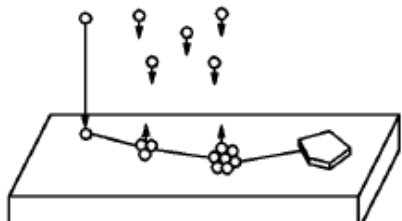
Д-р техн. наук, профессор Сычик В.А.

Белорусский национальный технический университет

Идея создания тонких эпитаксиальных пленок впервые была высказана в 1951 году, а в 1960 были изготовлены первые эпитаксиальные транзисторы.

Эпитаксия представляет собой процесс получения монокристаллических пленок на монокристаллической подложке, при котором растущая пленка ориентируется в том же кристаллографическом направлении, что и подложка. Различают следующие виды эпитаксии: газофазная, жидкостная и молекулярно-лучевая.

В газофазной эпитаксии легирование слоев осуществляют добавлением примеси в паро-газовую смесь. Первоначальной стадией процесса является образование зародышей. Свободная поверхность кристалла, являясь несовершенной, вследствие нарушения непрерывности решетки, скопления дислокаций и механических повреждений обладает некоторым избытком свободной энергии и действует ориентирующим образом на атомы, которые конденсируются из газовой фазы. При достаточной подвижности атомы занимают места с минимальной энергией, происходит достраивание структуры.



**Рисунок 1 – Схема осаждения атомов и образования ориентированных слоев**

Тщательная обработка поверхности и контроль условия роста можно позволяют получать монокристаллические слои высокого качества.

Метод газофазной эпитаксии получил широкое применение благодаря следующим достоинствам: возможность получения пленок с малой плотностью дислокаций; простота и устойчивость процесса; большая скорость роста (10 мкм); более дешевые ростовые материалы; процесс проходит при температуре меньше температуры плавления. Одним из основных недостатков является отсутствие возможности непосредственно контролировать процесс роста.

## ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ БОРАТ-ВИСМУТА (ВВО)

Студент группы 113411 Струковская М.Р.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Повышенный интерес к монокристаллам боратов висмута у исследователей и техников, работающих в области квантовой электроники, связан с сочетанием уникальных оптических свойств этих кристаллов, а именно: достаточно высокие нелинейно-оптические коэффициенты, высокие пороги оптического пробоя и большая область прозрачности, простирающаяся от жесткого ультрафиолета до ближнего ИК-диапазона.

Целью данной работы является изучение выращенных кристаллов в системе ВВО. В нашем эксперименте кристаллы выращивались по методу Чохральского. Подготовленный и предварительно перегретый на 20°C расплав охлаждали до температуры затравления со скоростью 10 град/час, затем расплав выдерживали в течение 24 час для достижения полного теплового равновесия. Затравочный кристалл погружали в расплав приблизительно на 2–3 мм. Интервал скоростей вытягивания составил 0.14–0.43 мм/сут.

По своему потенциалу ВВО интересен как эффективный кристалл для Nd-микролазеров с внутривибраторным удвоением частоты 84 стимулированного излучения и для удвоения частоты излучения полупроводниковых лазеров.

Свойства боратов висмута зависят не только от их состава, но и от кристаллической структуры, в том числе и от отдельных структурных фрагментов, ответственных за характеристики конкретных свойств. Естественно, описание структуры подобных соединений необходимо делать с учетом этих фрагментов. Для этого было проведено описание атомно-кристаллической структуры фаз в системе  $n\text{Bi}_2\text{O}_3\text{--}m\text{B}_2\text{O}_3$  на основе полиэдров бора и полиэдров висмута. Отмечено, что при этом наблюдается переход от островных структур к слоистым.

Наличие генерации второй гармоники свидетельствует о нецентросимметричности, поэтому они могут быть использованы в качестве новой нелинейно-оптической среды для твердотельных лазеров.

Известно, что физические свойства вещества в сильной степени зависят от качества исследуемого образца, что в свою очередь определяется методом и условиями получения.

Так кристаллы плавящиеся конгруэнтно, получены в виде бесцветных призм методом вытягивания на затравку при быстром охлаждении раствора расплава.



## **ЗАВИСИМОСТЬ СТРУКТУРЫ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

Студент гр. 113431 Судиловская К.А.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Пьезокерамические материалы относятся к классу функциональной керамики. В датчиках они преобразуют силы, давления и ускорения в электрические сигналы, а в звуковых и ультразвуковых измерительных преобразователях и актюаторах – электрические напряжения в вибрации или деформации.

Пьезокерамика – искусственный материал, представляющий собой поляризованную сегнетокерамику с поликристаллической структурой. В обычном состоянии сегнетокерамика не проявляет пьезоактивности, поскольку является изотропной средой вследствие хаотического расположения отдельных кристаллических зерен, разбитых на домены и имеющих случайное направление кристаллографических осей. Керамику делают пьезоэлектрической с любым выбранным направлением поляризации путем помещения ее в сильное электрическое поле при температуре ниже так называемой точки Кюри.

Пьезокерамика представляет собой твердый, химически инертный материал, совершенно нечувствительный к влажности и другим атмосферным воздействиям. По механическим качествам она подобна керамическим изоляторам.

Пьезокерамические элементы изготавливаются методом полусухого прессования, шликерного литья, горячего литья под давлением, экструзии или изостатического прессования с последующим обжигом на воздухе при температуре 1000–1400°C. С целью уменьшения пористости обжиг может проводиться в среде кислорода, или элемент изготавливается с помощью метода горячего литья.

Величина парциального давления кислорода в газовой среде при спекании оказывает существенное влияние практически на все свойства пьезокерамики. Если в кислородной среде плотность керамики достигает максимального значения при практически нулевой открытой пористости, то спекание в газовых средах с низким парциальным давлением кислорода приводит по сравнению с воздушной средой к снижению плотности и возрастанию открытой пористости. Снижение парциального давления при спекании вызывает увеличение кристаллитов, а спекание в кислородной среде приводит к повышению прочности всех марок пьезокерамики.

## **ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ МИКРОТВЕРДОСТИ ВДАВЛИВАНИЕМ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АСМ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОТПЕЧАТКА**

Студент гр. 113431 Судиловская К.А.

Канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Микротвердость – самый распространенный параметр для характеристики механических свойств отдельных структурных составляющих различных материалов от самых мягких до сверхтвердых. Простота метода определения твёрдости вдавливанием индентора при малых нагрузках объясняет его широкое распространение. Однако для тонких твердых покрытий или локальных фаз, где требуются малые нагрузки, контур отпечатка в оптике может быть практически неразличим, что делает измерения невозможными. Кроме того, при малой глубине вдавливания индентора в поверхность его форму нельзя оценивать как правильную пирамиду и следует учитывать влияние закругления острия в расчетной формуле.

В данной работе сравнивали точность измерения микротвердости прибором ПМТЗ (Россия) на кристалле NaCl (традиционном тестовом материале данного метода) с использованием различных способов визуализации отпечатка. Размер диагоналей оценивали с использованием оптической системы микротвердомера в комплекте с фотометром, с использованием микроскопа «Микро 200» при увеличении  $\times 400$  и с использованием атомно-силового микроскопа (АСМ) НТ-206 (Беларусь). Для расчета среднего значения и определения среднего квадратического отклонения (СКО) выполняли по 20 уколов при нагрузках 100, 5, 1 и 0,5 г. Измерение диагоналей отпечатка по изображениям с оптического микроскопа выполняли с помощью программы DistanceMeasurement, позволяющей неограниченно увеличивать изображение. Оценка АСМ-изображений отпечатка выполнялась с использованием программы визуализации изображений Surface Explorer по профилю поперечного сечения отпечатка.

Значения  $H_n$  при нагрузке 100 г составило 20,55 HV, СКО 0,33, при нагрузке 5 г - 12,67 HV, СКО 0,28, при нагрузке 1 г - 5,34 HV, СКО 0,22, при нагрузке 0,5 г - 2,98 HV, СКО 0,05. Данные результаты показывают хорошую сходимость измерений, но очень большую погрешность. При использовании АСМ для визуализации отпечатка  $H_n$  составило 18,59 HV, СКО 1,10 HV.

## ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ФАРФОРА

Студент гр. 113431 Судиловская К.А.

Канд. техн. наук, доцент Карпович Е.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Широкое применение в качестве электроизоляционного материала находит электротехнический фарфор, который является основным керамическим материалом, используемым в производстве широкого ассортимента низковольтных и высоковольтных изоляторов.

Нами было изучено влияние радиационного облучения на физические свойства электротехнического фарфора.

Структурные изменения проводились в материале при облучении в реакторе типа ВВР при соотношении между быстрыми и тепловыми нейтронами  $\sim 1:10$ , плотности потока  $2 \cdot 10^3$  нейтрон/( $\text{см}^2 \cdot \text{сек}$ ), интегральном потоке  $2 \cdot 10^{20}$  нейтрон/ $\text{см}^2$  и потоками  $\gamma$ -квантов. При облучении нейтронами температура не превышала  $200^\circ\text{C}$ , в потоках  $\gamma$ -квантов радиационный нагрев достигал  $85^\circ\text{C}$ .

Исследования показали, что облучение электротехнического фарфора интегральными потоками  $10^{20}$  и  $2 \cdot 10^{20}$  нейтрон/ $\text{см}^2$  не вызывает изменений, за исключением усиления кристаллизации анортита, которые появляется в большом количестве.

По данным рентгенографии, в исходном образце ультрафарфора в качестве основной кристаллической фазы содержится  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ , в меньшем количестве присутствуют кварц, анортит, цельзиан и небольшое количество муллита. После облучения потоком  $10^{20}$  нейтрон/ $\text{см}^2$  несколько уменьшаются относительные интенсивности отражения всех кристаллических фаз.

Инфракрасные спектры свидетельствуют о его устойчивости к радиации, поскольку никаких изменений в них не наблюдается.

Также изучалось влияние облучения на механические свойства электротехнического фарфора. Предельная прочность на изгиб после облучения потоками  $\gamma$ -квантов дозой  $10^{10}$  р при энергии квантов  $1,25$  МэВ не меняется.

Кроме того, исследования электрофизических характеристик электротехнического фарфора под влиянием радиационного облучения установили, что  $\text{tg}\delta$  изменялся, ухудшаясь с  $\text{tg}\delta 10^{-2}$  до  $\text{tg}\delta 0,8^{-2}$  при облучении материала интегральным потоком  $10^{19}$  нейтрон/ $\text{см}^2$ .

## МАТЕРИАЛЫ С ЭФФЕКТОМ «ПАМЯТИ ФОРМЫ»

Студент гр. 113431 Судиловская К.А.  
Канд. техн. наук, доцент Ковалевская А.В.  
Белорусский национальный технический университет

Долгое время неупругую деформацию считали полностью необратимой. Однако в начале 60-х годов XX в. был открыт обширный класс металлических материалов, обладающих эффектом «памяти формы», которые восстанавливают свою первоначальную геометрическую форму в результате нагрева.

Механизмом, определяющим свойства этих материалов, является кристаллографическое обратимое термоупругое мартенситное превращение – эффект Курдюмова.

Мартенситное превращение – один из фундаментальных способов перестройки кристаллической решетки в отсутствие диффузии, характерный для сталей, чистых металлов, цветных сплавов, полупроводников и полимеров. Главной особенностью этого процесса является изменение формы – условие необходимое, но недостаточное для проявления эффекта «памяти».

Явление самопроизвольного восстановления формы может наблюдаться как в изотермических условиях, так и при температурных изменениях. При теплосменах такие металлические материалы могут многократно обратимо деформироваться. В результате охлаждения сплав самопроизвольно принимает одну форму, а при нагреве возвращается к исходной.

Способность к восстановлению деформации не может быть подавлена даже при высоком силовом воздействии. Уровень реактивных напряжений некоторых материалов с эффектом «памяти формы» может составлять до 1000 – 1300 МПа.

В настоящее время известно большое число двойных и более сложных сплавов, обладающих в разной степени свойствами «памяти формы»: Ni-Al, Ni-Co, Ti-Nb, Cu-Al, Cu-Al-Ni и другие.

Наиболее перспективным для практического применения являются сплавы Ni-Ti, получившие название никелид титана или нитинол. Он применяется как магнитный высокодемпфирующий материал во многих ответных конструкциях, а также в автоматических прерывателях тока, запоминающих устройствах, в деталях ЭВМ и в температурно-чувствительных датчиках.

## СКАНИРУЮЩАЯ ТУННЕЛЬНАЯ МИКРОСКОПИЯ

Студент гр. 113431 Судиловская К.А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Сернов С.П.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы интенсивно развивается новый метод исследования поверхности, позволяющий изучать ее микротопографию и электронные свойства с атомным пространственным разрешением. Метод основан на явлении туннелирования электронов между двумя электродами, одним из которых служит изучаемая поверхность, другим — зондирующее острие малого радиуса. Чрезвычайно высокое разрешение, реализуемое в этом методе, вызвано экспоненциальной зависимостью туннельного тока от параметров барьера — его ширины, определяемой расстоянием между электродами, и его высоты, связанной с работой выхода материалов острия и поверхности.

Использование метода СТМ (сканирующей туннельной микроскопии) дает возможность детально исследовать характер электронных свойств чистых поверхностей, изменение электронных свойств при адсорбции и катализе, а также позволяет определить характер этих изменений при поверхностных химических реакциях, тем самым способствуя решению принципиальных вопросов о роли электронных свойств поверхности в формировании химических связей и образовании поверхностных структур.

Одним из приложений сканирующей туннельной микроскопии является исследование неоднородности электрических свойств образцов сложного состава. В этом случае совместный анализ морфологии поверхности и вольт-амперных характеристик, снятых в различных точках поверхности, позволяет судить о распределении различных фаз на поверхности композитных структур, исследовать корреляции между технологическими параметрами их получения и электронными свойствами.

В частности, снимая ВАХ в различных точках поверхности, можно исследовать распределение сверхпроводящей фазы в образцах неоднородного состава.

## ПОЛУЧЕНИЕ ГРАФЕНА МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ

Студент гр.113430 Тарендь М.В.

Канд. техн. наук, доцент Щербакова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Существует несколько способов для получения графена, которые можно разделить на три большие группы. К первой группе относятся механические методы получения графена, основной из которых механическое отшелушивание. Ко второй группе методов относят химические методы, которые отличаются большим процентом выхода материала. Среди них выделяется метод химического расщепления графита интеркалятами. К последней группе относятся эпитаксиальные методы и метод термического разложения SiC подложки, благодаря которым можно вырастить плёнки графена.

Одним из самых перспективных методов получения графена является метод химического осаждения из газовой фазы (CVD). Суть метода в том, что газообразный источник углерода ( $C_2$ ) подвергается термическому воздействию в потоке инертного газа для того, чтобы расщепить молекулу на реакционно-активный атомарный углерод, а затем он осаждается на тонкопленочный металлический катализатор. В дальнейшем происходит контролируемое формирование пленки графена. Наиболее часто в качестве источников углеродосодержащей смеси используется  $CH_4$  и  $(\eta^5-C_5H_5)_2Fe$ .

Метод CVD не требует высоких температур и сверхвысокого вакуума, что позволяет говорить о возможности технологического внедрения его в процессы микроэлектроники.

## ПРИМЕРЫ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Студент гр.113430 Тарендь М.В.

Канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Графен — слой атомов углерода, соединённых посредством  $sp^2$ -связей в гексагональную двумерную кристаллическую решётку. Уникальные физико-химические свойства графена обусловлены его кристаллической и электронной структурами и могут быть использованы для создания новых, более совершенных устройств.

Графен представляет собой основной материал молекулярной графеники, направленной на создание широкого спектра новых уникальных устройств: мощных конденсаторов, сверхвысокочастотных транзисторов, эффективных устройств оптоэлектроники, сверхчувствительных газовых сенсоров, более быстрых и емких элементов памяти, губок сбора радионуклидов и тяжелых металлов, сенсорных дисплеев и для многого другого.

Первым устройством, созданным на основе графена, стал графеновый полевой транзистор (ГПТ) с графеновой нанолентой, «подвешенной» на контактных площадках, осажженных на подложку из оксида кремния. Частоту переключения такого транзистора со временем удалось повысить со 100 ГГц почти до 1 ТГц. Высокие рабочие частоты обусловлены высокой проводимостью графена, которая при комнатной температуре составляет  $20 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}$  против  $0,15 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}$  для кремния, что объясняется практически нулевой эффективной массой носителей заряда.

На основе ГПТ разработаны газовые и оптические сенсоры с выдающимися рабочими характеристиками. Особенность графена в таких сенсорах заключается в высокой чувствительности проводимости графена к сорбции молекул, атомов или фотонов. При сорбции изменяется проводимость графена, а значит, меняется и выходной электрический сигнал. Чувствительность и селективность графеновых датчиков можно настраивать изменением ширины запрещенной зоны, формированием нанополостей или квантовых точек на подложке, на которой располагается графен.

Главный недостаток чистого графена заключается в отсутствии запрещенной зоны. Однако на сегодняшний день существует уже не один метод формирования запрещенной зоны и управления ею: легирование определенными химическими элементами, приложение определенным образом направленных электрического, магнитного или механического воздействий, деформация слоя графена, термическое воздействие, использование нанолент графена шириной 10-100 нм с правильно упорядоченными краевыми атомами.

## ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ И ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЭМС УСТРОЙСТВ

Студент гр.113430 Тарендь М.В.

Канд. техн. наук, доцент Щербакова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Изготовление и обработка MEMS требуют высокого качества, надежности и производительности используемых систем обработки. Используя новейшие технологии 3D-печати и фокусированные короткоимпульсные лазеры возможно работать с тончайшими слоями пластиков, полупроводников, металлов: Si, GaAs, Ge, GaP, InP, сапфир, кварц, Cu, Ti, Au, и т.д.

Лазеры позволяют сверлить в полупроводниках, металлах и отверстия диаметром меньшим 50 мкм. Для этих работ используются пикосекундные лазеры или твердотельные лазеры с диодной накачкой. Для сверления пластиков используются эксимерные лазеры.

В области МЭМС с помощью лазеров можно производить резку фольги, полупроводников, керамики с разрешением менее 10 мкм. Возможно применение для резки пластмассовых масок или металлических трафаретов. Для обработки металлов и керамики используются твердотельные лазеры, в то время как пластмассы и стекла, как правило, обрабатываются эксимерными лазерами или CO<sub>2</sub>-лазерами.

Сильнофокусированными лазерами выборочно можно удалять материал из металлов, керамики, полимеров или из многослойных систем.

Обработку предпочтительно осуществляют лазерами с короткими импульсами или сверхкороткими импульсами, позволяющими создавать микроструктуры с разрешением около 1 мкм по толщине (ось OZ) и менее 5-10 мкм по OX\OY, изготавливать 3D-объекты или удалять покрытия слой за слоем.

При самой 3D печати используются технологии лазерной стереолитографии или лазерного спекания. В первом случае ультрафиолетовый лазер постепенно, пиксель за пикселем, засвечивает жидкий фотополимер. При этом жидкий полимер затвердевает и превращается в достаточно прочный пластик. Но данная технология позволяет работать только с пластиками. При лазерном спекании лазер сплавляет порошок из металла или пластика, слой за слоем, в контур будущей детали. Эта технология позволяет работать с намного более широким спектром материалов



## ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТРАВЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Студентка гр. 113419 Тимина И.Э.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является оптимизация технологии травления покрытий при производстве интегральных микросхем.

Травление — группа технологических приёмов для управляемого удаления поверхностного слоя материала с заготовки под действием специально подбираемых химических реактивов. Основные виды травления – это химическое, электрохимическое и плазменное.

Химическое травление основано на растворении в химических реагентах незащищенных фоторезистивной маской участков технологического слоя. Химическое травление подразделяют на изотропное, анизотропное и селективное.

В связи с присутствием в алюминии кремния, после операции химическое травление металла на пластинах остается кремниевая крошка. Вследствие чего: ухудшается внешний вид кристалла, так как возрастает количество дефектов; крошка подвижна, и под действием потока воды неравномерно распределяется по поверхности пластины, таким образом, при нанесении пассивирующего слоя, образуются неровности или пористость поверхности. Все выше перечисленные дефекты уменьшают надежность микросхемы и внешний вид микросхемы. Этим обусловлена необходимость удаления кремниевой крошки.

На «Заводе полупроводниковых приборов №20» был проведен ряд исследований, направленных на усовершенствование технологии производства ИМС на стадии травления Si-крошки, образующейся после травления алюминия.

Процесса химического травления проводили на спутниках со слоями поликристаллического кремния (ПКК), оксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ), нитрида кремния ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) и алюминия (Al) с целью определения селективности травления, а так же выбрали травитель №36, состав которого следующий:  $\text{H}_2\text{O}$  (деионизованная) - 130 мл;  $\text{HNO}_3$ (W=70%) - 800 мл;  $\text{HF}$ (W=46%) - 10 мл;  $\text{CH}_3\text{COOH}$ (W=99%) - 60 мл.

В работе проведен литературный обзор в области травления покрытий при производстве интегральных микросхем. Проведена классификация методов травления, выбран травитель и его состав.

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ МИКРО- И НАНО-СТРУКТУР МЕТОДОМ ГЛУБОКОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ЛИТОГРАФИИ

Студенты гр.113410 Шелухин К.А., гр.113430 Козлова Т.А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Высокая коллимация - ( $10^{-3}$  -  $10^{-4}$ ) рад и высокая интенсивность пучка СИ - (0,1 – 10) Вт/см<sup>2</sup> позволяет не только получать высококачественные субмикронные изображения шаблонов в резистах за малое время экспозиции, но и перейти при длинах волн (0,2 – 1) нм к изготовлению литографическим методом трехмерных микроструктур с высоким аспектным отношением (более 100). Можно получать отверстия диаметром от 0,1 мкм в полимерных пленках толщиной в несколько десятков мкм. Такой литографический процесс получил название глубокой рентгеновской литографии с синхротронным излучением (ГРЛ СИ), что является первым этапом LIGA-технологии. Она позволяет изготавливать калиброванные микроструктуры и наноструктуры любых форм и из любых материалов путем заполнения формы.

Примером таких структур являются полимерные мембраны с регулярным расположением калиброванных пор субмикронных размеров. Методами LIGA-технологии такие мембраны могут быть изготовлены из широкого круга материалов, иметь заданные шаблоном размеры и форму пор и при этом обладать высокой геометрической прозрачностью – пористостью (до 50%) [1].

Области применения таких мембран чрезвычайно многообразны – от микрофильтрации, концентрирования до создания современных одноразовых устройств для плазмафреза, гемодиализаторов, бинтов для перевязки ожоговых ран, средств индивидуальной защиты и др.

Основой процесса экспонирования под действием СИ является деструкция длинных молекулярных цепей в короткие, которые и растворяются щелочным травителем [2].

### Литература

1. Моро, У. Микролитография: В 2-х ч. Пер. с англ. – М.: Мир - 1990. – 605 с.

2. Артамонова, Л.Д. Эксперименты по рентгеновской литографии с использованием синхротронного излучения накопителя ВЭПП – 2М. / Л.Д. Артамонова, Е.С. Глушкин. А.А. Красноперова и др. // Труды Всесоюзного совещания по использованию синхротронного излучения (доклады) СИ – 82. Новосибирск, 1982. – С. 260-277.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАСТИЦ ПОРОШКОВ В КАЧЕСТВЕ НАКОНЕЧНИКОВ ЗОНДОВ СЗМ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ**

Студентка гр.113439 Ширяева Т.И.

Канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Изменяя свойства и параметры зонда, можно значительно расширить возможности СЗМ-методов исследования материала. Существует множество методик, согласно которым на консолях закрепляют коллоидные наночастицы, нанотрубки, выращивают вискеры, осаждают покрытия. Нами предлагается закреплять частицы порошков металлов на консолях зондов АСМ, тем самым расширяя площадь контактного взаимодействия, что позволяет увеличить точность определения таких параметров, как силы адгезии, силы трения. Для изготовления зондов для АСМ нами использовались частицы порошка природного алмаза, сферические частицы титанового сплава ВТ1 и субмикро- и наноразмерные магнитные частицы.

Зонды на стальной консоли с наконечниками из алмазных частиц показали полную пригодность для микромеханического воздействия на поверхность различных материалов с последующей оценкой результатов стандартным кремниевым зондом. Группа зондов из сферических частиц титана на кремниевых консолях прошла испытания при определении коэффициента трения в трибопарах «титан – пленки Al, Ti, Au, поверхность Si, металлы Al, Ti, нержавеющая сталь, покрытие TiN». Возможно применение такого зонда для экспериментальной оценки адгезионных связей в композиционных и многофазных материалах на этапе разработки материала. Инертность титана по отношению к биологическим средам и размер контакта позволяет использовать зонд при индентировании живых клеток методами силовой спектроскопии.

Наконечник зонда на основе магнитных частиц субмикро- и наноразмерного диапазона представляет собой композиционный материал с использованием полимерного связующего, твердеющего под действием магнитного поля. Магнитное взаимодействие композиционного материала острия с магнитными фазами поверхности вызывает отклонение консоли, а выступающая грань кристаллита  $\text{BaCo}_2\text{Fe}_{16}\text{O}_{19}$  улучшает разрешение зонда.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Студентка гр.113439 Ширяева Т.И.

Канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Пленочные электронагреватели используются в различных областях промышленности, сельского хозяйства и транспорта, - там, где необходимо обеспечить равномерный нагрев поверхности, но в то же время габариты объекта не позволяют использовать традиционные нагреватели. Кроме того, электронагревательные покрытия имеют ряд преимуществ перед другими видами нагревателей, среди них: низкая потребляемая мощность, высокий КПД, надежность, электробезопасность и технологичность, а также сравнительно длительный период эксплуатации.

Перспективными материалами в области изготовления пленочных электронагревателей являются композиты на основе полимеров и углеродных материалов. Их использование позволяет улучшить электрические и механические характеристики и уровень надежности как резистивных нагревателей, в частности, так и изделий в целом. Среди основных направлений создания таких композитов выделяется нанесение на подложку смеси из токопроводящей и диэлектрической компонент и последующий ее отжиг. Часто создание терморезистивных покрытий связано с использованием углеродных волокон или частиц из них в качестве проводящей компоненты в массе изолирующего полимерного связующего. Такие волокна могут иметь различную упорядоченную ориентацию, вплоть до создания углеродной токопроводящей ткани, что значительно расширяет возможности применения данных нагревательных элементов.

В данной работе использовали два способа создания пленочных нагревателей: 1) нанесением полимерной суспензии частиц углеродного материала; 2) распределением по поверхности углеродных волокон с последующей их фиксацией полимерным слоем. Изменяли содержание углеродных компонентов и толщину слоя. В обоих случаях применяли отверждение полимерной матрицы потоком воздуха с температурой 160 – 200 °С. У полученных покрытий измеряли сопротивление, силу тока в цепи при напряжениях 12 и 18 В, температуру поверхности. Определяли микротвердость и модуль упругости полученных покрытий методом наноиндентирования при контроле их толщины оптической микроскопией.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА (СВС) ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ**

Студентка гр. 113431 Шкляр Д.С.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе уделено внимание изучению особенностей формирования плёнок методом СВС. Проведён критический обзор литературы в области синтеза покрытий. Более подробно изучен метод СВС.

СВС - это разновидность горения, в котором образуются ценные твердые вещества, путем перемещения волны химической реакции по смеси реагентов с образованием твердых конечных продуктов, проводимый с целью синтеза веществ материалов. Особенность СВС-метода заключается в следующем. Иницируется экзотермическая реакция в тонком приповерхностном слое, выделяется тепло, которое благодаря теплопередаче прогревает соседние слои, возбуждает в них реакцию. В результате образуется фронт реакции (фронт горения), самопроизвольно распространяющийся по веществу (шихте) с определённой скоростью, разогревая смесь и переводя исходные реагенты в продукты горения (синтезированные материалы).

Основной задачей СВС традиционно является получение порошковых композиционных материалов (последующее горение, тепловой взрыв) для их использования в качестве различного рода защитных покрытий с использованием методов плазменного, электродугового или детонационного напыления. Процесс получения плёночных покрытий сопровождается рядом специфических явлений. Рост пленки происходит в два этапа: образование зародыша на поверхности подложки и рост зародыша. При взаимодействии двух атомов друг с другом между ними может возникнуть химическая связь. В результате атомы дольше остаются на поверхности и успевают присоединить следующий атом. Так образуются скопления адсорбированных атомов, а за счёт присоединения мигрирующих по поверхности атомов, падающих атомов и более мелких кластеров происходит дальнейший рост. Таким образом, на поверхности формируется сеть объединенных кластеров, затем происходит их объединение, и образуется сплошная пленка.

В настоящее время наибольшее применение СВС-процессы получили в технологии материалов, в металлургии, космическом эксперименте (новые типы горения и структуры материалов); научном эксперименте.

## ХОЛОДНАЯ СВАРКА ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ КОРПУСОВ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

Студентка гр. 113431 Шкляр Д.С.

Канд. техн. наук, доцент Ковалевская А.В.

Белорусский национальный технический университет

Холодная сварка - сварка давлением при значительной пластической деформации без нагрева свариваемых частей внешними источниками тепла. Герметизация корпусов полупроводниковых (п/п) приборов холодной сваркой обеспечивает получение вакуум-плотного сварочного шва, при этом детали не разогреваются, нет газовой выделения и выплесков металла. Применение холодной сварки требует соответствующей конструкции корпуса, ограничивает выбор металлов как по толщине (сварка металлов менее 0,3 мм не освоена), так и по свойствам (хотя бы один из металлов должен быть пластичным).

В п/п производстве холодной сваркой герметизируют корпуса, изготовленные из следующих пар металлов: медь – медь, медь – сталь, ковар – медь. Относительная деформация деталей из таких металлов должна быть не выше 78-85%. Максимальная относительная деформация и необходимое удельное давление при холодной сварке металлических деталей толщиной 1 мм приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Максимальная относительная деформация и необходимое удельное давление при холодной сварке

Свариваемые металлы	Относительная деформация, %	Удельное давление, МН/м <sup>2</sup>
Медь – медь	76 - 80	( 1,5 - 1,8 ) * 10 <sup>3</sup>
Медь – сталь 10	50 - 80	( 2 – 2,5 ) * 10 <sup>3</sup>
Медь - ковар	80	( 2 – 2,5 ) * 10 <sup>3</sup>
Алюминий - медь	40 - 62	( 0,5 – 1 ) * 10 <sup>3</sup>
Алюминий- алюминий	58 - 60	( 1,7 – 5 ) * 10 <sup>2</sup>

Для сохранения целостности металлокерамических спаев, а также предохранения п/п кристаллов от разрушения в конструкциях холодосварных корпусов предусматривают специальные разгрузочные элементы, способные в результате деформации снизить механические напряжения до безопасных значений.

Следует отметить, что в полупроводниковом производстве для герметизации корпусов используют несколько разновидностей холодной сварки: герметизация чеканкой, вдавливанием, обжатием. Перечисленные способы имеют свои достоинства и недостатки и могут использоваться с учётом конкретных требований и конструкций п/п приборов.

## ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АМОРФНЫХ МАГНИТОМЯГКИХ МАТЕРИАЛОВ

Студентка гр. 113431 Шкляр Д.С.

Канд. техн. наук, доцент Карпович Е.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Это новая группа магнитомягких материалов с перспективным сочетанием высоких магнитных и механических свойств, что обусловлено особенностями их структуры. Они представляют собой неупорядоченные магнетики, в которых отсутствует периодичность в расположении атомов. Для аморфных магнитных материалов (АММ) характерно метастабильное неравновесное термодинамическое состояние. АММ присуща анизотропия, причинами которой являются внешние и внутренние напряжения, возникающие в процессе изготовления и вследствие термообработки. АММ характеризуются высочайшей химической однородностью.

Существует несколько способов производства АММ, когда аморфная структура получается за счёт быстрого охлаждения из жидкого, газообразного или ионизированного состояния.

Металлические магнитомягкие аморфные сплавы содержат 75 – 85% одного или нескольких переходных металлов (Fe, Co, Ni), сплавленных с 15 – 25% металлоида (стеклообразователя), в качестве которого используют бор, углерод, кремний, фосфор.

Введение металлоидов уменьшает намагничённость насыщения, понижает точку Кюри, ухудшает температурные коэффициенты магнитных свойств, но при этом увеличивает удельное сопротивление, повышает твёрдость и прочность сплавов, их коррозионную стойкость.

По магнитным свойствам аморфные магнитные сплавы не уступают электротехническим сталям и пермаллоям. Большинство из них обладает петлёй гистерезиса с высокой прямоугольностью. Удельное сопротивление АММ составляет  $\rho = 1,25 - 1,8 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$ . Магнитные потери в переменных полях на высоких частотах (вплоть до 100 кГц для лучших сплавов) и малых уровнях индукции ниже потерь кристаллических сталей и составляет в среднем  $0,1 \text{ Вт/кг}$  при  $f = 10^3 \text{ Гц}$  и  $B = 0,1 \text{ Тл}$ . Наиболее перспективными являются железоникелевые, высококобальтовые, высокожелезистые аморфные сплавы, они характеризуются высокой прямоугольностью и их применяют в качестве ячейки памяти, а также можно использовать для сердечников магнитных устройств, работающих в диапазоне частот 50 кГц.

## ЭКСИТОНЫ

Студентка гр. 113431 Шкляр Д.С.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Сернов С.П.

Белорусский национальный технический университет

Экситонные состояния – бестоковые коллективные электронные возбуждения в твёрдых телах – являются в последние годы предметом интенсивных теоретических и экспериментальных исследований. Интерес к этой области исследований значительно усилился в связи с усовершенствованием техники эксперимента с поляризованным светом при низких температурах, улучшением методов выращивания монокристаллов, широким использованием люминесцентных кристаллов и выяснением большой роли процессов миграции энергии в твёрдых телах и биологических объектах.

Экситонные состояния в кристаллах проявляются при поглощении света кристаллом и при некоторых других способах возбуждения кристаллов. Под влиянием монохроматической световой волны в кристалле возникает переменная удельная поляризация, пропорциональная напряжённости электрического поля световой волны. Коэффициент пропорциональности зависит от диэлектрической проницаемости кристалла, которая в свою очередь определяется спектром и свойствами возбуждённых состояний кристалла.

В соответствии с выбором базисных функций для построения электронных «бестоковых» состояний кристалла принято различать два предельных типа экситонов: экситоны Френкеля и экситоны Ванье. В свою очередь экситоны Френкеля (молекулярные экситоны) – экситоны «малого радиуса» - вводятся для описания элементарных коллективных электронных возбуждений молекулярных кристаллов, состоящих из слабо взаимодействующих молекул. Основная задача теории молекулярных экситонов сводится к определению характера изменения внутримолекулярных возбуждений при образовании из молекул кристалла. Экситоны Ванье обычно вводятся для описания коллективных электронных возбуждённых состояний  $p/p$  и диэлектриков с большой диэлектрической проницаемостью.

Экситоны Френкеля и Ванье являются двумя предельными моделями элементарных коллективных бестоковых возбуждений диэлектриков, при которых возбуждение распределено по большой области кристалла.

Экситон сопровождается либо излучением кванта энергии, либо отдачей энергии экситона кристаллической решётке  $p/p$  в виде тепла.



## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТЕКОЛ**

Студент гр. 113411 Щербакова Т.М.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Металлические стекла- это металл или сплав металлов, получаемый в результате резкого переохлаждения расплава. Уникальная особенность металлического стекла заключается в отсутствии кристаллической решетки. Металлические стекла также называют аморфными металлами или метглассаами.

Структура металлических стекол подобна структуре замороженной жидкости. Затвердевание происходит настолько быстро, что атомы вещества оказываются в тех положениях, которые они занимали, будучи в жидком состоянии. Аморфная структура характеризуется отсутствием дальнего порядка в расположении атомов. Следствием такой структуры являются необычные магнитные, механические, электрические свойства и коррозионная стойкость.

Целью данной работы является изучение методов получения металлических стекол. Был проведен критический обзор литературы в области металлических стекол. Изучена теория аморфных металлов, их свойств, получения и применения.

Метод получения метглассов был разработан и впервые применен в 1960 году в Калифорнийском технологическом институте группой ученых, возглавлял которую профессор Пол Дювез. Сегодня аморфные металлы получают путем охлаждения расплавленного металла со скоростью до  $10^6$  К/с, вследствие чего структура вещества становится аморфной, т.е. без кристаллической решетки. Также разработаны методы изготовления аморфных металлов путем электрохимического осаждения и облучения металлов с кристаллической структурой мощными потоками нейтронов и ионов. В работе большое внимание уделено изучению влияния различных технологических параметров на структуру и свойства металлических аморфных материалов.

Область применения металлических стекол довольно ограничена. Изготовление объемных металлических стекол сопряжено с рядом трудностей, основная из которых заключается в том, что с увеличением толщины металлической пленки ее стабильность падает. На сегодняшний день металлические стекла применяются в производстве магнитных головок и экранов, сердечников трансформаторов, армирующих и электродных материалов. Использование аморфных материалов при изготовлении крупногабаритных конструкций довольно проблематично, ввиду их низкой термической устойчивости.

## ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ПЛЕНКИ

Студент гр.113431 Якутович А.Г.

Канд. техн. наук, доцент Карпович Е.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Жидкие кристаллы представляют большой интерес в электронной технике. Жидкие кристаллы синтезируются и используются для практического применения обычно в виде тонких слоев в несколько десятков микрометров. Жидкокристаллические пленки в мезоморфной фазе обладают многими свойствами, подобными сегнетоэлектрикам.

Основной интерес представляют электрооптические свойства жидкокристаллических пленок, главными из которых являются эффект динамического рассеяния и полевой эффект. Жидкокристаллическая ячейка состоит из тонкого слоя жидкого кристалла, помещенного между стеклянными пластинками, на внутреннюю поверхность которых нанесены прозрачные электроды. Зазор между стеклянными пластинками герметизирован. Его величина определяет толщину жидкокристаллической пленки, которая обычно составляет 6 - 25 мкм. Электрооптические устройства на жидких кристаллах действуют в режимах на просвет и на отражение.

Эффект динамического рассеяния заключается в том, что при подаче напряжения с частотой несколько десятков герц, в жидкокристаллической пленке возникают центры рассеяния света, и она становится оптически непрозрачной. После снятия напряжения пленка становится прозрачной. Механизм образования светорассеивающих центров связывается с турбулентным движением во внешнем поле областей с различным показателем преломления. Эти области возникают под действием пространственного заряда, формирующегося на границах доменов и взаимодействующего с приложенным полем.

Полевой эффект в жидкокристаллических пленках проявляется в повороте плоскости поляризации на угол  $90^\circ$  при прохождении плоскости поляризованного света через пленку. Если пленку поместить между скрещенными поляроидами, то приложением поля можно запереть проходящий световой луч и, наоборот, осуществлять пропускание луча при выключенном поле. Напряжения поля, необходимые для погасания при последнем эффекте, на порядок-два меньше, чем при эффекте динамического рассеяния, так как упругости жидких кристаллов весьма незначительны.

Жидкокристаллические пленки, заключенные между стеклами или листками пластмассы, нашли широкое применение в качестве индикаторных устройств. Жидкие кристаллы широко применяются в производстве наручных часов и небольших калькуляторов. Создаются плоские телевизоры с тонким жидкокристаллическим экраном.

## СЕКЦИЯ 4. ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 681.586

### ПОЛУЧЕНИЕ НА СИТАЛЛЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ НАНООБЪЕКТОВ

Студент гр. М04-321-1 (магистрант) Абашева А.В.  
ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»  
Аспирант Скворцова И.Н.  
Институт механики УрО РАН

Современные технологии оценивают качество поверхности изделий по шероховатости, профилю поверхности, твердости, однородности и другим характеристикам. Поверхность стандартных подложек для микроэлектроники имеет величину выступов до сотни нанометров. Область наносистем требует поверхности с гораздо меньшими размерами выступов [1].

В области наноматериалов актуальной является задача создания технологии для получения гладких поверхностей с размерами выступов, не превышающих нескольких нанометров.

Для решения этой задачи предлагается обработать поверхность ситалловой пластины СТ 50-1 излучением CO<sub>2</sub>-лазера. Для аморфизации поверхности использовался лазер Trotec Speedy 100, с длиной волны когерентного излучения  $\lambda=10,6$  мкм. Диаметр пучка в фокусе линзы 75 мкм, мощность пучка на образце 10 Вт, максимальное значение плотности мощности излучения на поверхности составляло  $1.8 \times 10^9$  Вт/м<sup>2</sup>. За счет интерфейса установки плотность мощности изменялась от 25 до 100%.

Контроль поверхности производился на сканирующем зондовом микроскопе (СЗМ) Solver P47 PRO. Выявлено, что величина выступов до обработки составляла 100 нм, а после обработки уменьшилась до 3,5 нм, что уже приемлемо для работ в области наноматериалов [2].

#### Литература

1. Способ и установка для лазерной обработки поверхности ситалла: Пат. 2485064 Рос. Федерация: МПК В23К С03С/ авторы и заявители Бесогонов В.В. [и др.]; патентообладатель учреждение Российской академии наук Институт прикладной механики УрО РАН. - № 2011130270; заявл. 20.06.13; опубл. 27.01.13, Бюл. № 17
2. Бесогонов, В.В. Прецизионный контроль топологии поверхности ситалловых подложек СТ 50-1" / В.В. Бесогонов, И.Н. Скворцова // Измерительная техника, № 3: ФГУП «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия», С. 68-70, 03/2010.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ В СЛОЖНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ**

Студентка гр. ПО-01 Бахаревич А.А.

Канд. техн. наук Мамута М.С.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Многоканальные оптико-электронные системы наблюдения (МОЭСН) имеют несколько информационных каналов, которые соединены между собой, а так же с бортовым компьютером, системами навигации и др. датчиками [1]. В таких системах традиционным является комплексирование информации, полученной с разных каналов, поскольку оно позволяет повысить эффективность всей системы в сложных погодных условиях, например в тумане. Оценка эффективности отдельных каналов МОЭСН и оценка качества комплексирования, возможна абсолютно независимо и без привязки друг к другу. Поэтому был разработан метод объединения показателей качества с показателями эффективности, для того что бы оценить эффективность всей системы при комплексировании информации разных каналов.

С целью улучшения работы МОЭСН использовались такие методы комплексирования как инвариантное к смещению вейвлет преобразование, дискретное вейвлет преобразование, пирамида Лапласа, морфологическая пирамида, метод главных компонент, метод усреднения, пирамида ФВП, контрастная пирамида и градиентная пирамида. Для оценки эффективности системы была разработана математическая модель МОЭСН и проведено моделирование в среде MathCAD, а также осуществлены субъективные экспертизы.

Согласно данных моделирования лучшие результаты дают инвариантное к смещению вейвлет преобразование, дискретное вейвлет преобразование и пирамида Лапласа, что полностью совпадает с результатами субъективных экспертиз. Более того, комплексирование позволяет повысить максимальную дальность действия МОЭСН до 20%.

### **Литература**

1. Тарасов, В.В. Двух- и многодиапазонные оптико-электронные системы с матричными приемниками излучения / В.В. Тарасов, Ю.Г. Якушенко – М.: Университетская книга; Логос, 2007. – 192с.

**ЛАЗЕРНОЕ КОНТРОЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ  
ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СФЕРОИДНЫХ  
РЕФЛЕКТОРОВ**

Студент гр.ПБ-81 (магистрант) Бойко Д.С.

Канд. техн. наук, доцент Безуглий М.О.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Широко используются лазерные контрольные устройства при контроле шероховатости поверхностей, особенно там, где применение контактных методов по определенным причинам недопустимо.

В оптико - электронных системах информационного типа основная функция анализаторов изображения заключается в формировании такой последовательности светового потока на выходе, которая наиболее полно отражала бы микроструктуру освещенности в пространстве изображений. Как элемент оптической системы применяется сфероидный рефлектор. Он имеет простую конструкцию и небольшие размеры, возможность изменения разрешения преобразователя; отдельные функции развертки изображения и регистрации, что позволяет использовать фотоприемники или ПЗС камеры с высоким внутренним усилением или с малым уровнем шумов, возможность работы в любой части спектра оптического диапазона; высокое быстродействие, необходимое для измерения быстро протекающих процессов, высокий динамический диапазон.

Лазерный контрольное устройство в сочетании со сфероидным рефлектором позволяет объективно оценить высоту микронеровностей поверхностного слоя обрабатываемой детали, предупредить брак, установить оптимальные режимы при максимальной производительности обработки детали. Задача использования сфероидных рефлекторов - расширение области применения и повышение достоверности измерения шероховатости поверхности при любой абразивной обработке, а также снижение трудоемкости в подготовке к измерению, при этом активно влияя на процесс обработки, заканчивая или продолжая обработку в зависимости от результатов измерения.

Исходя из результатов работы всей системы и результатов моделирования этой системы, получаем возможность подобрать необходимую конфигурацию рефлектора для конкретной измерительной системы.

## **ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЛАЗЕРНОГО КАНАЛА УПРАВЛЕНИЯ РАКЕТОЙ**

Студентка гр. 113129 Бондарук В.В., студент гр. 113111 Василевич А.В.  
Д-р техн. наук, профессор Козерук А.С.  
Белорусский национальный технический университет

В основе работы прибора лежит формирование изображения поля управления проверяемого изделия в плоскости сетки и приемной площадки ПЗС матрицы модуля измерительного. На сетке модуля измерительного имеется диафрагма, служащая для выделения участков поля управления, которая может перемещаться относительно изображения поля управления в горизонтальном и вертикальном направлениях. Пройдя через диафрагму, модулированное излучение лазера лазерного канала управления попадает на фотоприемное устройство, расположенное за сеткой, где оптический сигнал преобразуется в электрический, далее поступает в блок выделения команд, преобразующий модулированный электрический сигнал в команды управления.

При введении в оптический тракт модуля измерительного подвижного зеркала в плоскости приемной площадки ПЗС матрицы формируется изображение поля управления, телевизионное изображение которого рассматривается на экране подключенного к выходу ПЗС матрицы блока монитора. При дополнительном введении подвижной линзы на экране блока монитора наблюдается сечение лазерного пучка на выходе объектива изделия.

Оси визирного канала и лазерного канала управления изделия смещены относительно друг друга. Поэтому для выполнения операций по согласованию осей лазерного канала управления и модуля измерительного на выходе изделия в оптический тракт модуля измерительного вводится управляемая программой подвижная призма.

Для контроля размера поля управления, величины превышения и центрировки пучка излучения лазера лазерного канала управления относительно его оптического тракта поворотом рукоятки переключения подвижного зеркала, установленной на боковой стенке модуля измерительного, в оптический тракт последнего вводится подвижное зеркало. Наблюдая на экране блока монитора телевизионное изображение пучка излучения лазера лазерного канала управления, оператор делает вывод о техническом состоянии лазерного канала управления проверяемого изделия.

## РАСЧЕТ ПРИЕМНОГО КАНАЛА ПРИБОРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЛАЗЕРНОГО ДАЛЬНОМЕРА

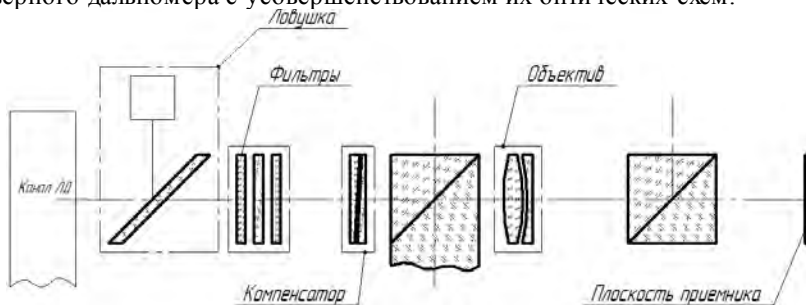
Студент гр. 113119 Буняк А.М.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Маляревич А.М.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время лазерные дальномеры нашли широкое применение во множестве различных сфер жизнедеятельности человека: инженерной геодезии, при топографической съемке, военном деле, навигации, астрономических исследованиях, фотографии и т.д. Современные лазерные дальномеры в большинстве случаев компактны и позволяют в кратчайшие сроки и с большой точностью определить расстояния до интересующих объектов. В связи с вышеупомянутыми причинами существует необходимость в создании компактного прибора, который способен произвести контроль работоспособности лазерного дальномера, как в лабораторных, так и в полевых условиях.

Целью данной работы является расчет параметров приемного канала прибора для контроля работоспособности лазерного дальномера. Поскольку прибор предполагается использовать в качестве мобильного устройства, то он должен по возможности выполнять максимальное количество функций с высокой точностью и надежностью. По этой причине в его составе объединены два ранее разработанных на предприятии «Пеленг» прибора для контроля различных параметров лазерного дальномера с усовершенствованием их оптических схем.



На рисунке представлена оптическая схема приемного канала прибора для контроля лазерного дальномера. В работе проведен выбор основных оптических компонентов прибора и расчеты его характеристик, а именно выбор ПЗС-матрицы и объектива; энергетический расчет, который подтверждает правильность выбора компонентов: фильтров и «ловушки» излучения, применяемой во избежание повреждения фоточувствительного слоя ПЗС-матрицы и других элементов; а также абберрационный и светотехнический расчеты.

## ЛЮМИНОФОРЫ НА ОСНОВЕ ОКСИФТОРИДНЫХ СТЕКОЛ С ИОНАМИ ИТТЕРБИЯ, ЕВРОПИЯ И ЭРБИЯ

Студентка 4к. Вилейшикова Е.В.

Белорусский государственный университет

Канд. физ.-мат. наук Лойко П.А.

Белорусский национальный технический университет

Оксифторидные стекла и стеклокерамики с ионами редкоземельных элементов, обладающие лучшими свойствами химически устойчивых оксидных и низкофононных фторидных матриц, широко применяются в люминофорах видимой области спектра. В настоящей работе исследованы спектрально-люминесцентные свойства новых стекол системы  $\text{SiO}_2\text{-PbO-PbF}_2\text{-CdF}_2$ , активированных ионами  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Er}^{3+}$  и  $\text{Yb}^{3+}$  (0.01мол.%  $\text{ErF}_3$ , 1мол.%  $\text{Eu}_2\text{O}_3$ ).

При возбуждении полученных образцов излучением лазерного диода на длине волны  $\sim 960$  нм обнаружена интенсивная желтая люминесценция. На рис. 1 приведен спектр наблюдаемой ап-конверсионной люминесценции и проведена интерпретация полос, относящихся к переходам  $\text{Eu}^{3+}$  ( ${}^5\text{D}_0 \rightarrow {}^7\text{F}_J$ ,  $J=0-4$ ) и  $\text{Er}^{3+}$  ( ${}^2\text{H}_{11/2} + {}^4\text{S}_{3/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{15/2}$ ,  ${}^4\text{F}_{9/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{15/2}$ ). Из структуры и спектрального расположения этих полос следует, что механизм возбуждения люминесценции заключается в переносе энергии от возбужденных ионов  $\text{Yb}^{3+}$  в состоянии  ${}^2\text{F}_{5/2}$  либо кооперативном переносе от пары  $\text{Yb}^{3+}\text{-Yb}^{3+}$  с энергией  $2E({}^2\text{F}_{5/2})$  к ионам  $\text{Er}^{3+}$  и  $\text{Eu}^{3+}$ , соответственно.

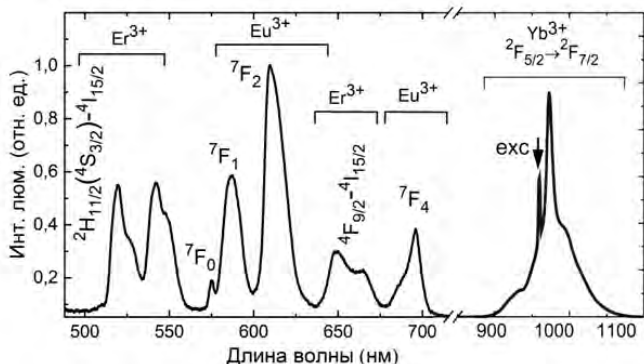


Рисунок 1 – Спектр люминесценции оксифторидного стекла, соактивированного ионами  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Er}^{3+}$  и  $\text{Yb}^{3+}$

Исследованные стекла перспективны для создания оксифторидной люминесцирующей стеклокерамики для желтой области спектра.



## МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ РАБОТЕ НА ЛАЗЕРНЫХ УСТАНОВКАХ

Студент гр. М04-321-1 (магистрант) Газизова Э.А.  
Ижевский государственный технический университет имени  
М.Т. Калашникова

В связи с развитием лазерных технологий возрастает количество лиц, занятых работой на лазерных установках. Поэтому стало необходимым создание эффективной модели обучения работе на лазерных комплексах, с целью повышения производительности и оптимизации процессов.

Схема обучения работе на лазерных установках приведена на рис.1.

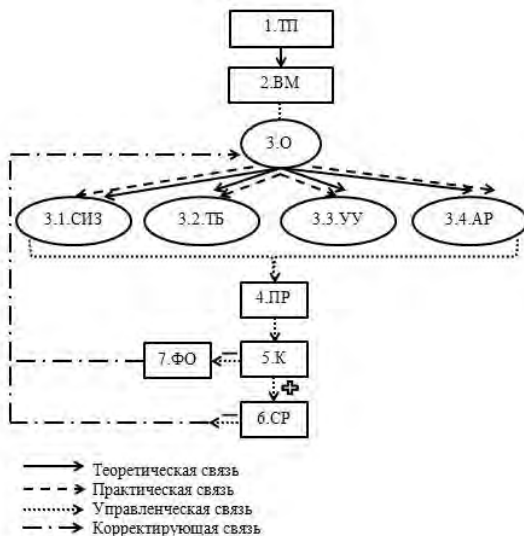


Рисунок 1 – Схема обучения работе на лазерных установках

1 – тематический план, 2 – выбор методики, 3 – обучение, 3.1 – средства индивидуальной защиты, 3.2 – техника безопасности, 3.3 – устройство установки, 3.4 – алгоритм работ, 4 – проведение работ, 5 – контроль, 6 – самостоятельная работа, 7 – фиксатор ошибок.

Разработка эффективных моделей и методик обучения является главным звеном в преподавании вопросов связанных с работой на лазерных установках. Представленная модель проста в применении, достаточно эффективна и раскрывает основные моменты, которые необходимы для изучения выбранной темы и продуктивной работы на основе полученных знаний.

## ПРОСВЕТЛЯЮЩАЯСЯ СРЕДА НА ОСНОВЕ СИТАЛЛОВ С НАНОКРИСТАЛЛАМИ $\text{Co}^{2+}:\text{Ga}_2\text{O}_3$

Студент гр. 1 Глазунов И.В.

Белорусский государственный университет

Мл. научн. сотр. Скопцов Н.А., д-р. физ.-мат. наук, профессор

Маляревич А.М., д-р. физ.-мат. наук, профессор. Юмашев К.В.

Белорусский национальный технический университет

Источники лазерного излучения, которые генерируют импульсы короткой длительности, широко применяются для обработки материалов, дальнометрии, передачи и обработки информации. Одной из возможностей получить импульсное лазерное излучение является применение пассивных затворов на основе просветляющихся сред. Целью данной работы является изучение новых материалов для пассивных затворов – ситаллов с кристаллической фазой  $\text{Co}^{2+}:\text{Ga}_2\text{O}_3$ . Ситаллы получены из силикатного стекла, активированного 0,1 мол. %  $\text{CoO}$ . Термообработка при температуре  $730^\circ\text{C}$  приводит к выделению кристаллической фазы  $\text{Co}^{2+}:\text{Ga}_2\text{O}_3$ . На рисунке приведен спектр поглощения материала в области 1,5 мкм.



Рисунок 1 – Спектр поглощения ситаллов с нанокристаллами  $\text{Co}^{2+}:\text{Ga}_2\text{O}_3$

Исследована зависимость пропускания материала от интенсивности лазерного излучения. Образец толщиной 4 мм облучался импульсами с энергией 1,3 мДж, длительностью 87 нс на длине волны 1540 нм. Диаметр сфокусированного пятна составлял 70 мкм. Интенсивность излучения на образце варьировалась с помощью призмы Глана в пределах от 1 до 350  $\text{МВт}/\text{см}^2$ . Установлено, что ситаллы  $\text{Co}^{2+}:\text{Ga}_2\text{O}_3$  хорошо просветляются: от 40% до 95%.

Согласно результатам расчёта в рамках модели, учитывающей длительность импульса возбуждающего излучения, величина поперечного сечения поглощения из основного состояния составляет  $\sigma_{\text{ПГС}}=2 \cdot 10^{-19} \text{ см}^2$ , отношение поперечных сечений поглощения из возбуждённого и основного состояний  $\gamma=0,1$ .

Таким образом, ситаллы с кристаллической фазой  $\text{Co}^{2+}:\text{Ga}_2\text{O}_3$  являются перспективной средой для пассивной модуляции добротности лазеров 1,4-1,7 мкм спектрального диапазона.

## ПРИЦЕЛ ДНЕВНО-НОЧНОЙ

Студент гр. 113129 Голубченко В.В., студент гр. 113111 Андрияш А.С.

Д-р техн. наук, профессор Козерук А.С.

Белорусский национальный технический университет

Прицел предназначен для наведения на цель автоматического стрелкового оружия, а также наблюдения местности и расположенных на ней объектов как в дневное время суток, так и в условиях естественной ночной освещенности – при свете луны, звезд. Дальность видения в прицел зависит от уровня естественной освещенности, прозрачности атмосферы и контраста между целью (наблюдаемым объектом) и фоном.

Прицел имеет два канала – ночной и расположенный над ним дневной. Каналы объединены с помощью куб-призмы и имеют общий окуляр.

Работа ночного канала основана на принципе электронно-оптического усиления яркости изображения, наблюдаемых в условиях естественной ночной освещенности на местности.

Объектив ночного канала дает изображение объекта малой яркости, электронно-оптический преобразователь (ЭОП) усиливает яркость этого изображения. Система автоматической регулировки яркости обеспечивает постоянный уровень яркости экрана ЭОП даже при значительных колебаниях освещенности на местности.

Основой прицела является корпус. В нижней цилиндрической части корпуса закреплены: объектив ночного канала, куб-призма и окуляр с наглазником. Прицел имеет системы защиты, которая отключает питание ЭОП при естественном дневном освещении и ночью при ярких вспышках. При включенном ЭОП колпачок должен быть снят с линзы системы защиты. При надетом колпачке система защиты отключается, что используется, например, при проверке работы ночного канала прицела днем. При проверках прицела в помещении с искусственным освещением крышку на объективе ночного канала не открывать.

Окуляр имеет диоптрийную подвижку для коррекции зрения пользователя. Подвижка осуществляется вращением кольца диоптрийной настройки наглазник предназначен для исключения попадания в глаз наблюдателя света от посторонних источников и фиксации глаза относительно окуляра.

В верхней части корпуса установлены: объектив дневного канала, сетка, оборачивающая система и поворотная призма. Объектив дневного канала в нерабочем положении закрыт крышкой.

## РОСТ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИСТАЛЛОВ $\text{Ca}_{10}\text{K}(\text{VO}_4)_7$ АКТИВИРОВАННЫХ ИОНАМИ $\text{Er}^{3+}$

Аспирант Гусакова Н.В., аспирант Демеш М.П.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Ясюкевич А.С.

Белорусский национальный технический университет

Студентка 4 –го курса Барашкова М.Б.

Белорусский государственный университет

Канд. физ.-мат. наук Шеховцов А.Н.

Институт монокристаллов НАН Украины

Интерес к смешанным кристаллам ванадатов, активированных ионами РЗЭ, обусловлен тем, что данные материалы характеризуются широкими бесструктурными полосами усиления, что существенно для получения коротких световых импульсов. В данной работе исследованы спектроскопические свойства кристалла  $\text{Ca}_{10}\text{K}(\text{VO}_4)_7:\text{Er}^{3+}$ .

Исследуемые образцы были выращены в Институте монокристаллов НАН Украины методом Чохральского. Они принадлежат к тригональной сингонии (пространственная группа симметрии -  $R\bar{3}c$ ).

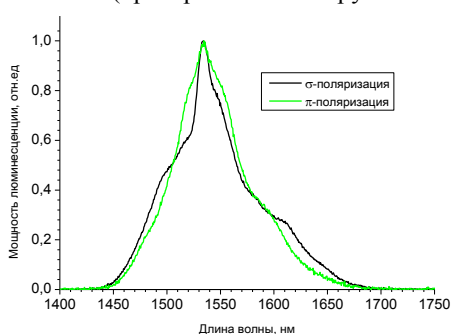


Рисунок 1 – Спектр люминесценции  
 $\text{Ca}_{10}\text{K}_{0,1}(\text{VO}_4)_7:\text{Er}^{3+}$

Спектры коэффициента поглощения были измерены по стандартной двухлучевой методике с помощью спектрофотометра Cary 5000. Регистрация спектров люминесценции осуществлялась по методу синхронного детектирования. Спектры поглощения и люминесценции представлены широкими бесструктурными полосами с шириной  $\approx 55 - 60$  нм. Сильной анизотропии в спектрах не наблюдается (рис. 1).

Для устранения затягивания люминесценции, связанного с перепоглощением излучения ионами эрбия измерение кинетики затухания люминесценции проводились в суспензии микропорошков исследуемого кристалла в глицерине.

Временная зависимость затухания люминесценции во всех образцах хорошо описывается одноэкспоненциальным законом. Характерное время затухания составляет 3,2 мс.

Полученные результаты показывают, что кальций калиевые ванадаты являются перспективной матрицей для активации ионами РЗЭ для лазерных применений.

## РОСТ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИСТАЛЛОВ $\text{Ca}_{10}\text{K}(\text{VO}_4)_7$ АКТИВИРОВАННЫХ ИОНАМИ $\text{Yb}^{3+}$

Аспирант Гусакова Н.В., аспирант Демеш М.П.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Ясюкевич А.С.

Белорусский национальный технический университет

Студентка 4 –го курса Барашкова М.Б.

Белорусский государственный университет

Канд. физ.-мат. наук Шеховцов А.Н.

Институт монокристаллов НАН Украины

В последнее время внимание исследователей привлекли кристаллы кальциевых ванадатов вида  $\text{Ca}_9\text{R}(\text{VO}_4)_7$  и  $\text{Ca}_{10}\text{A}(\text{VO}_4)_7$ , где R – трехвалентный редкоземельный ион, А – ион щелочного металла, легированные ионами РЗЭ. Отличительной особенностью данной группы кристаллов является то, полосы иона активатора в спектрах поглощения и люминесценции являются в значительной степени бесструктурными и достаточно широкими. Поэтому данные кристаллы можно рассматривать как перспективные среды для генерации импульсов ультракороткой длительности.

Исследуемые образцы были выращены в Институте монокристаллов НАН Украины методом Чохральского. Они принадлежат к тригональной сингонии (пространственная группа симметрии -  $R\bar{3}c$ ).

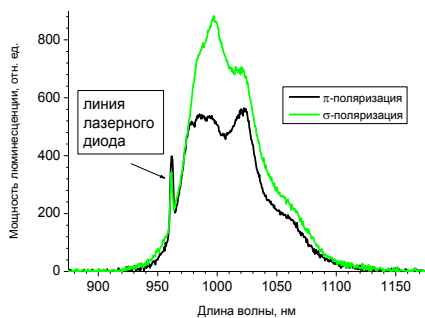


Рисунок 1 – Спектр люминесценции  $\text{Ca}_{10}\text{K}(\text{VO}_4)_7:\text{Yb}^{3+}$

Спектры коэффициента поглощения  $\text{Ca}_{10}\text{K}(\text{VO}_4)_7:\text{Yb}^{3+}$  были измерены с помощью спектрофотометра Ca9500. Регистрация спектров люминесценции осуществлялась по методу синхронного детектирования. Спектры поглощения и люминесценции представлены широкими бесструктурными полосами с шириной  $\approx 25$  и  $60$  нм соответственно (см. рисунок 1).

Для устранения затягивания люминесценции, связанного с перепоглощением излучения ионами иттербия измерение кинетики затухания люминесценции проводилось в суспензии микропорошков исследуемого кристалла в глицерине. Временная зависимость затухания люминесценции хорошо описывается одноэкспоненциальным законом. Характерное время затухания составляет  $425$  мкс.

По оценкам на данном кристалле могут быть получены длительности импульсов менее  $100$  фс.

## ЛЮМИНЕСЦИРУЮЩЕЕ ОКСИФТОРИДНОЕ СТЕКЛО С ИОНАМИ ИТТЕРБИЯ И ТУЛЛИЯ

Студентка гр. 113129 Дернович О.П.

Канд. физ.-мат. наук Лойко П.А.,

д-р физ.-мат. наук, профессор Юмашев К.В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время широкое применение находят люминофоры для видимой области спектра, и стоит задача поиска новых эффективных сред. Оксифторидное стекло, обладающее хорошими механическими свойствами и низкой энергией фононов, перспективно использовать в качестве матрицы, активируемой ионами редкоземельных элементов, которые имеют развитую структуру энергетических уровней, для получения ап-конверсионной люминесценции.

Объектом исследования является оксифторидное стекло, синтезированное в системе  $\text{SiO}_2\text{-PbO-PbF}_2\text{-CdF}_2\text{-Tm}_2\text{O}_3$  (0,1mol%) –  $\text{YbF}_3$ (1mol%). Образцы представляют собой прозрачные плоские полированные пластины толщиной 2 мм. В зарегистрированном спектре поглощения имеются полосы, соответствующие переходам из основного состояния  $^3\text{H}_6$  иона туллия в возбужденные состояния  $^1\text{G}_4$ ,  $^3\text{F}_2$ ,  $^3\text{F}_3$ ,  $^3\text{H}_4$ ,  $^3\text{H}_5$ ,  $^3\text{F}_4$ . Полоса поглощения иона иттербия, связанная с переходом  $^2\text{F}_{7/2} \rightarrow ^2\text{F}_{5/2}$  (976 нм), позволяет возбуждать люминесценцию распространенными InGaAs лазерными диодами. На рисунке 1 представлен спектр ап-конверсионной люминесценции стекла, можно выделить полосы, соответствующие следующим переходам для ионов туллия:  $^1\text{G}_4 \rightarrow ^3\text{H}_6$  (477 нм),  $^1\text{G}_4 \rightarrow ^3\text{F}_4$  (650 нм),  $^1\text{G}_4 \rightarrow ^3\text{H}_5$  (777 нм),  $^3\text{H}_4 \rightarrow ^3\text{H}_6$  (797 нм). Цвет свечения образца – фиолетовый. Таким образом, исследуемое стекло является привлекательным материалом для создания люминофоров.

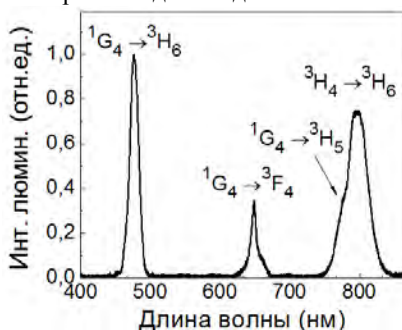


Рисунок 1 – Спектр ап-конверсионной люминесценции оксифторидного стекла, соактивированного ионами  $\text{Yb}^{3+}$  и  $\text{Tm}^{3+}$

ТЕРМИЧЕСКАЯ ЛИНЗА В КРИСТАЛЛЕ ВАНАДАТА Er,Yb:YVO<sub>4</sub>

Студентка гр. 113120 Захарова А.Н.

Канд. физ.-мат. наук Лойко П.А.,

д-р физ.-мат. наук профессор Юмашев К.В.

Белорусский национальный технический университет

Кристаллы иттриевого ванадата YVO<sub>4</sub>, активированные ионами эрбия Er<sup>3+</sup> и иттербия Yb<sup>3+</sup>, используются в качестве активной среды в лазерах, генерирующих в условно безопасной для глаз спектральной области 1.5 мкм. В работе исследуются термо-оптические свойства данных кристаллов, а именно параметры термической линзы при диодной накачке.

Для определения оптической силы термической линзы использован метод пробного пучка. Измерения проводились для кристалла, вырезанного перпендикулярно кристаллографической оси *c* для поляризации света  $E \parallel a$  ( $\sigma$ ) на длине волны 632.8 нм. Для накачки использовался InGaAs лазерный диод (поглощенная мощность накачки до 1 Вт на длине волны 960 нм). Радиус пучка накачки в кристалле составил 100 мкм. Зависимость оптической силы линзы  $D = 1/f$  от мощности накачки приведена на рис.1 для двух направлений ( $\parallel a$  и  $\parallel c$ ). Термическая линза является положительной (фокусирующей). Наклон зависимостей на рисунке называется коэффициентом чувствительности  $M$ . Он равен 48 и 33 м<sup>-1</sup>/Вт для меридиональных плоскостей, содержащих направления  $\parallel c$  и  $\parallel a$ . Различие данных величин называется степенью астигматизма  $S = 15$  м<sup>-1</sup>/Вт.

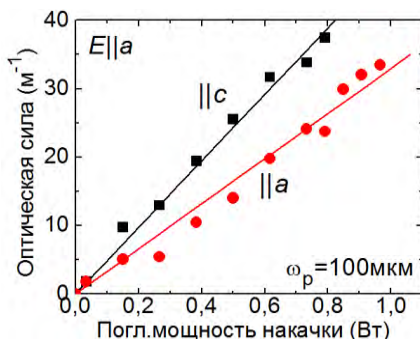


Рисунок 1 – Зависимость оптической силы термической линзы от мощности накачки для кристалла Er,Yb:YVO<sub>4</sub>, вырезанного перпендикулярно оси *c* (поляризация света  $E \parallel a$ ).

Полученные результаты могут использоваться при конструировании резонаторов лазеров на основе кристаллов Er,Yb:YVO<sub>4</sub> с диодной накачкой, генерирующих в спектральной области 1.5 мкм.

## МАЛОГАБАРИТНЫЕ ОЧКИ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ

Студентка гр.113119 Зюзюн Е.В.

Студент гр.113120 Стасилович В.А.

Канд. техн. наук, доцент Кузнечик В.О.

Белорусский национальный технический университет

Для проведения спецопераций необходимы эффективные приборы ночного видения (ПНВ). Они обеспечивают наблюдение в сумерках, ночью (в темных помещениях, пещерах и т.п.), а в ряде случаев – при пониженной прозрачности атмосферы (дымка, туман, дождь, снегопад). При этом часто возникают ситуации, когда руки оператора должны быть свободны (например, при проведении спасательных работ, при необходимости вождения транспортных средств). Для выполнения данного условия ПНВ должен быть установлен на голове оператора.

Общим недостатком наиболее распространенных традиционных очков являются их значительные продольные габариты. Из-за них возникает большой опрокидывающий момент. Он создает нагрузку на шейные и лицевые мышцы оператора, вызывая его утомление. Поэтому усилия разработчиков направлены на создание малогабаритных очков ночного видения.

Основное преимущество данных очков – минимальная длина вдоль оптической оси и небольшая масса, что позволяет значительно снизить утомляемость при длительной работе, а также особая компоновка, обеспечивающая возможность прицеливания из стрелкового оружия с использованием инфракрасного светодиодного лазерного целеуказателя и коллиматорного прицела.

Прибор использует принцип электронно-оптического усиления отражаемого предметами света. Оптическая система прибора, содержащая объектив (закрыт крышкой при дневном освещении), электронно-оптический преобразователь (ЭОП) с микроканальным усилением яркости изображения и бинокулярную лупу с наглазниками, обеспечивает сбор доступной световой энергии, отражаемой наблюдаемыми предметами, и проецирование усиленного изображения с экрана ЭОП в глаза оператора.

Система автоматической регулировки яркости обеспечивает постоянный уровень яркости экрана ЭОП даже при значительных колебаниях освещенности на местности.

Для изменения положения прибора относительно глаз оператора прибор можно вращать вокруг горизонтальной оси.



## МЕТОД ОФТАЛЬМО-МИОРЕЛАКСАЦИИ

Студент (бакалавр) Кедьсь А.А.  
Канд. тех. наук, доцент Ключко Т.Р.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В последнее время известны методы одновременного использования в процедуре физиотерапии действия различных физических факторов, в частности метод магнито-лазерной терапии, при которой создается многоаспектное воздействие на биологические структуры организма. Наиболее выраженным эффектом этого действия является: анальгезирующее, противовоспалительное действие, а также стимуляция репаративных процессов (стимуляция метаболизма клеток, синтез коллагена, белка и т.д.). Любое воздействие методами квантовой физиотерапии не является травмирующим.

Предложены режимы воздействия на биологический организм – сочетание лазерного излучения с фиксированными длинами волн видимого диапазона с постоянным магнитным полем напряженностью 35-65 мТл. В зависимости от назначенного лечения используются перестраиваемые режимы импульсного когерентного монохроматического излучения.

Все вышеперечисленные факторы, взаимно усиливая друг друга и синергично действуя на биологические структуры, обуславливают эффект комбинированной физиотерапии, который в совокупности действует на общие для различных заболеваний системы и структуры организма. Итак, это обуславливает широкий диапазон для применения магнито-лазерной терапии. Предложена методика устранения спастических явлений в мышцах глаз и опосредованного воздействия на нервную систему организма предложенным аппаратом заключается в осуществлении комплексного воздействия на акупунктурные зоны и точки пациента, расположенных вокруг глаза. Таким образом, в результате комбинированного воздействия происходит комплексное оздоровление тканей и органов на клеточном уровне - улучшается микроциркуляция крови, в биологических тканях ускоряются обменно-восстановительные процессы. Итак, в мышцах глаз ускоряется процесс получения дополнительной энергии, в следствии чего происходит обогащение кислородом и питательными веществами, что приводит к устранению спазмов глазных мышц.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДА "ИНТЕГРИРУЮЩЕЙ СФЕРЫ" И ГОНИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВЕТОВОГО ПОТОКА ДЛЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ СВЕТОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

Студент гр. ПН- 82м (магистрант) Ковтун Ю.Ю.

Канд. техн. наук Маркин М.А.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Одной из основных характеристик осветительных систем с различным типом светораспределения является световой поток  $\Phi$  (лм), который определяется суммарным потоком источника света в телесном угле  $4\pi$  ср. В экономическом плане световой поток является наиболее важной фотометрической величиной, учитывая тенденции развития светотехники связанной с созданием энергетически эффективных источников света.

Световой поток может быть измерен двумя принципиально различными методами:

- Гониометрический метод;
- Метод "интегрирующей сферы" (ИС).

Гониометрический метод заключается в том, чтобы измерить силу света или освещенность от источника во всех направлениях от него. Для этого пространство, окружающее источник, делится на некоторое количество плоскостей и измеряется интенсивность излучения во всех направлениях, лежащих в пределах каждой плоскости. Величина угла между плоскостями и направлениями измерения определяется индивидуально для каждого типа осветительной системы. Для этих целей используется гониометр с достаточным угловым разрешением и фотометрическая головка с известным коэффициентом преобразования.

Более простым способом измерений световых потоков является метод ИС. Он представляет собой устройство оптического интегрирования многократно отраженного от внутренних стенок сферы светового потока таким образом, что его измерения могут быть достаточно быстрыми и могут осуществляться с помощью одной зафиксированной фотометрической головки.

Эти методы имеют ряд преимуществ и недостатков, которые влияют на решение разнообразных задач, которые в свою очередь влияют и делают очень важный вклад в развитие светотехники. При определении и учете всех факторов, которые задерживают эффективный прогресс, должно проводится более детальное рассмотрение методологии измерений и рациональное содействие дальнейшему определению и учету всех погрешностей и избавление от недостатков.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ УЧАСТИЯ КОМАНДЫ БНТУ В 8-ОЙ ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЕ ПО "ОПТОТЕХНИКЕ"**

Студент гр.113129 Колаша С.С., студентка гр.113119 Тихиня Е.О.

Магистрант Костусев А.В.

Д-р техн. наук, профессор Артюхина Н.К.

Белорусский национальный технический университет

С 19 по 20 апреля 2013 года на базе Санкт-Петербургского НИУ ИТМО проходила 8-я Всероссийская олимпиада по «Оптотехнике». Под руководством профессора кафедры «Лазерная техника и технология», доктора технических наук Артюхиной Нины Константиновны была набрана команда из наиболее активных и творчески мыслящих студентов 3-5 курсов ПСФ.

Команда была представлена в следующем составе: Сафонов Владимир (гр. 113110), Тихиня Елена (гр. 113119), Колаша Сергей (гр. 113129), Костусев Александр (гр. 113128).

В 8-ой открытой Всероссийской Олимпиаде приняли участия 19 команд из городов России (Томск, Новосибирск, Ижевск, Самара, Москва, Санкт-Петербурга, Волгоград, Казань), Беларуси (Минск), Украины (Киев).

Третий тур олимпиады проводился в 2 этапа. Первый этап включал в себя теоретические задания, в частности, участникам требовалось решить задачи и ответить на вопросы, связанные с оптико-электронными и лазерными приборами и системами. Второй этап был представлен в виде практических заданий: участники посещали лаборатории университета, в которых необходимо было ответить на поставленные вопросы при помощи предоставленных устройств и оборудования. На заключительной стадии этого этапа организаторы олимпиады поставили задачу перед участниками, связанную с их эрудицией в специализирующих дисциплинах. Данное задание было предложено в виде кроссворда.

Итогом олимпиады для команды БНТУ стало:

- 2-е общекомандное место в теоретическом туре по решению задач среди очных и заочных команд (неофициальный зачет);
- 3-е место в индивидуальном первенстве теоретического тура по решению задач, которое занял участник команды Костусев Александр.

Показанные результаты говорят о высоком уровне подготовки студентов кафедры «Лазерная техника и технология», что позволяет сделать вывод о высокой квалификации профессорско-преподавательского состава обучающей кафедры. Участие в олимпиадах позволяет будущим специалистам повысить качество собственного образования, выявить одаренных молодых людей, а также способствует укреплению связей между вузами и развитию сотрудничества.

## ВНЕОСЕВОЙ КОЛЛИМАТОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИСТОРСИИ ОЭП

Студент гр.113129 Колаша С.С.

Канд. техн. наук, доцент Фёдорцев Р.В.<sup>1</sup>, нач. сектора Незаконов Д.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,

<sup>2</sup>ОАО «Пеленг»

В фотографических системах, предназначенных для дистанционного зондирования поверхности Земли (ДЗЗ) основной аберрацией, которая оказывает существенное влияние на качество изображения фотоснимка, является дисторсия. Данный вид аберрации оптической системы вносит значительные ошибки в действительные значения координат точек на снимке. Для минимизации дисторсии на практике применяют различные математические методы.

Определение параметров математической модели дисторсии производят в процессе геометрической калибровки фотокамеры. Сущность геометрической калибровки заключается в проецировании в объектив фотокамеры изображений объектов с известными угловыми положениями, регистрации изображений в фокальной плоскости, измерении отклонений действительных координат положения изображений от расчётных, вычислении поправок и построении моделирующей функции.

В ОАО «Пеленг» для этих целей используется установка специального назначения. Основной составной частью установки является коллиматор с линзовым объективом, рассчитанным на работу в области спектра от 440 до 920 нм, фокусным расстоянием  $f = 650$  мм, относительным отверстием 1:5,5 и среднеквадратическим искажением (СКИ) волнового фронта не более  $\lambda/10$ . На достигнутом уровне развития фотографических систем данный коллиматор не позволяет производить высокоточную калибровку оптико-электронных аппаратов (ОЭА) разрабатываемых в данный момент. Проектирование коллиматоров с высококачественными линзовыми объективами для калибровки ОЭА используемых при ДЗЗ, становится не целесообразной из-за их значительных габаритных размеров и имеющих место хроматических аберраций, устранение которых в ходе синтеза является сложной задачей. Альтернативным решением является коллиматор с зеркальным объективом. Такие коллиматоры свободны от хроматических аберраций и т.к. строятся по схемам обращенных телескопов могут иметь меньшие массогабаритные характеристики по сравнению с линзовыми, рассчитанными на такое же фокусное расстояние.

В настоящий момент осуществляется разработка конструкции внеосевого коллиматора для измерения дисторсии ОЭП, обеспечивающий следующие технические характеристики: фокусное расстояние  $f = 1945$  мм, относительное отверстие 1:14,7, поле зрения  $2^\circ \times 1,5^\circ$  и СКИ волнового фронта не более  $\lambda/14$ .

## ЗЕЛЕНАЯ АП-КОНВЕРСИОННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В СИТАЛЛАХ С НАНОКРИСТАЛЛАМИ $\text{Er}_2(\text{Ti,Zr})_2\text{O}_7$

Студентка 3к. 5 гр. Корза Е.В.

Белорусский государственный университет

Мл. научн. сотр. Скопцов Н.А.

Канд. физ.-мат. наук Лойко П.А.

Белорусский национальный технический университет

Ситаллы – стеклокристаллические материалы, состоящие из одной или нескольких кристаллических фаз, распределенных в стекловидной фазе. Они обладают высокой прочностью, химической и термической устойчивостью, низким коэффициентом теплового расширения. В оптике ситаллы применяются в качестве пассивных затворов, активных сред твердотельных лазеров, люминофоров.

В данной работе ситаллы были получены в результате термообработки при температуре 800-1000°C исходного стекла системы  $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-ZrO}_2$  активированного 1 мол.% оксида эрбия  $\text{Er}_2\text{O}_3$ . Согласно данным рентгенофазового анализа, после термической обработки в материале происходит выделение наноразмерных кристаллов  $\text{Er}_2(\text{Ti,Zr})_2\text{O}_7$ . При температуре термообработки 900 и 950°C выделяются нанокристаллы со структурой флюорита, а при 1000°C происходит переход от структуры флюорита к пироклору. Данные материалы характеризуются интенсивной зеленой ап-конверсионной люминесценцией.

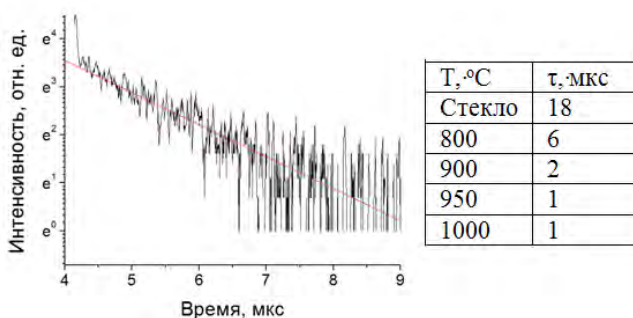


Рисунок 1 – Кинетика затухания люминесценции ионов  $\text{Er}^{3+}$

При измерении кинетики затухания люминесценции возбуждение осуществлялось излучением на длине волны 520 нм и длительностью импульса 25 нс. Исследованы время жизни ионов  $\text{Er}^{3+}$  в состоянии  $^2\text{H}_{1/2}$  в стеклах и ситаллах. Кривая затухания люминесценции и измеренные времена жизни приведены на рисунке 1. Полученная информация важна для разработки люминофоров на основе данных материалов.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОПОРЯДКОВЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ ЛИНЗ

Аспирантка Кучугура И.О.  
Д-р техн. наук, профессор Колобродов В.Г.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Дифракционные оптические элементы являются универсальными элементами, которые широко используются в современных оптических системах. Традиционно дифракционные линзы (ДЛ) проектируют для работы в первом дифракционном порядке, в котором оптическая сила линзы прямо пропорциональна отношению расчетной и рабочей длин волн света. В свою очередь многопорядковые ДЛ (МПДЛ) одновременно работают в нескольких дифракционных порядках  $N$ , благодаря чему способны фокусировать волны разной длины в одну точку с высокой дифракционной эффективностью (ДЭ), что дает возможность формировать высококачественное полихроматическое изображение.

Проектирование МПДЛ базируется на скалярной теории дифракции Кирхгофа и эмпирической формуле показателя преломления для разных длин волн. Хроматические характеристики изучаются эмпирически.

Использование МПДЛ предлагает разработчикам новые степени свободы, которые можно использовать для оптимизации технических характеристик оптических систем. МПДЛ отличаются от обычных дифракционных линз со скачком фазы  $2\pi$  в основном толщиной. Толщина МПДЛ является целым числом  $m$  толщин обычной дифракционной линзы. Таким образом, разность фаз изменяется не на  $2\pi$ , а на  $2\pi m$ . Кроме того, оптическая сила МПДЛ остается постоянной для нескольких дискретных длин волн. Такая особенность этих линз полезна для коррекции хроматической аберрации. Комбинируя параметры  $m$  и  $N$  можно управлять ДЭ МПДЛ в рабочем спектральном диапазоне.

Было проведено численное моделирование МПДЛ для расчетной длины волны  $\lambda_0 = 525$  нм,  $m = 6$ , в спектральном диапазоне 400..700 нм. Определено, что линза фокусирует свет с длинами волн 450 нм, 525 нм, 630 нм с ДЭ 100% в одну точку.

Разработана математическая модель влияния ошибки изготовления глубины микрорельефа МПДЛ на ДЭ. Вычислено, что для ошибки 5% ДЭ для длин волн 450 нм, 525 нм, 630 нм составляет 65%, 73% и 81% соответственно, а для ошибки 10% – 25%, 13% и 40%. Таким образом качество создаваемого изображения МПДЛ в большой степени зависит от точности изготовления ее микрорельефа.

## **МЕТОДИКА РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТИВА И ПРИЕМНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ СИСТЕМЫ**

Магистрант Лагацкая Н.А.

Канд. техн. наук, доцент Кузнецик В.О.

Белорусский национальный технический университет

Тепловизионные системы (ТПС) предназначены для дистанционного контроля и исследования объектов наблюдения и широко используются в различных сферах деятельности человека. ТПС позволяют сохранять возможность видения при любой освещенности объектов, как при нормальной, так и при пониженной прозрачности атмосферы, даже в условиях запыления и задымления, обеспечивая круглосуточное наблюдение, преобразуя невидимое глазом человека инфракрасное излучение (ИКИ) в электрические сигналы, которые после усиления и автоматической обработки вновь преобразуются в видимое изображение объектов. Влияние атмосферы на процесс распространения ИКИ при наблюдении за удаленными объектами выражается в ослаблении энергии сигнала от объекта контроля, снижении контраста изображения, искажении его пространственной структуры, что в свою очередь ухудшает качество изображения и уменьшает дальность видения, которая зависит от пространственного и температурного разрешения ТПС и может быть математически определена из выражения, описывающего процесс восприятия и интерпретации изображения зрительным анализатором.

В данной работе были учтены основные составляющие, влияющие на работу ТПС: свойства объекта, параметры объектива, характеристики приёмника излучения, воздействие атмосферы, электронного тракта, монитора и интегрирующей способности глаза. В процессе выполнения работы были рассчитаны основные конструктивные параметры тепловизионного канала для спектральной области от 7,5 до 13,5 мкм. В частности, фокусное расстояние объектива, его относительное отверстие, диаметр кружка рассеяния, размер пикселя болометрической матрицы и уровень шумов с учётом конкретных исходных данных. Первоначальные результаты расчётов были проанализированы и оптимизированы.

Методика проверена сравнительными расчётами реальных ТПС и показала хорошее соответствие, что говорит о правильности итоговых результатов, а, следовательно, позволяет использовать данную методику при проектировании ТПС.

## **МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОДНОВРЕМЕННОГО ДВУСТОРОННЕГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ЛИНЗ С ТОНКИМ ЦЕНТРОМ**

Магистрант Лаптева Е.О., студент гр. 113110 Сафонов В.В.

Д-р техн. наук, профессор Козерук А.С.

Белорусский национальный технический университет

При осуществлении предлагаемой методики представляется возможность формализовать действия оператора, основанные на его опыте и интуиции, и, следовательно, автоматизировать процесс формообразования прецизионных поверхностей различной конфигурации на финишных операциях.

При апробации методики использовали полированную плоско-выпуклую линзу диаметром 65 мм и радиусом кривизны 89,346 мм с исходной погрешностью сферической поверхности  $N = 6$  интерференционных колец Ньютона «ямы». Применяя математическую модель процесса формообразования сферических поверхностей на доводочном станке модели ПД, скорости вращения шпинделя станка и диаметра инструмента добились распределения путей резания в диаметральном сечении детали, при котором их величина была больше в центральной зоне обрабатываемой поверхности по сравнению с ее краевой зоной, что соответствовало «яме» на детали. Затем увеличением амплитуды колебательных движений инструмента добились ситуации, когда значение путей резания в краевой точке детали превышало величину этого параметра в ее центре. На выявленных таким образом значениях наладочных параметров станка полировали опытную линзу до заданной точности  $N = 2$  интерференционных кольца, не изменяя настройки станка.

Преобладающего значения путей резания на краю детали добивались также посредством уменьшения числа двойных ходов в минуту выходного звена исполнительного механизма станка, увеличения диаметра инструмента и скорости вращения нижнего звена станка (детали) и уменьшением отношения скорости вращения верхнего звена (инструмента) к скорости вращения нижнего (виды наладочных параметров). Используя установленные значения отмеченных наладочных параметров, при которых получали требуемую для исправления погрешности детали тенденцию распределения путей резания и полированную линзу с исходным количеством интерференционных колец  $N = 6$ , увеличением времени обработки в каждом конкретном случае достигали заданной точности детали при неизменной настройке станка.



## АЭРОДРОМНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Студент гр. 113129 Нарчук А.Е., магистрант Костусев А.В.

Д-р техн. наук, профессор Артюхина Н.К.

Белорусский национальный технический университет

В современном оптическом приборостроении актуальна проблема по созданию техники нового поколения, которую можно было бы экспортировать за рубеж, а также применять на внутреннем рынке. Развитие любого оборудования, в том числе и авиаоборудования, невозможно представить без модернизации и введения в эксплуатацию новых приборов. В частности, остается актуальным, и по сей день, обеспечение безопасности на взлетно-посадочных полосах (ВПП), которое требует непрерывного контроля и регулирования ряда параметров, примером которых может служить метеорологическая оптическая дальность (МОД) и яркость фона. При отклонении этих параметров от оптимальных значений могут возникнуть чрезвычайные ситуации при контроле над полётами авиатехники.

В настоящее время существует большое количество метеорологических приборов, разрабатываемых за рубежом, в связи с чем модернизация и введение в эксплуатацию нового оборудования отечественного производства представляет собой актуальную и востребованную реальным сектором экономики задачу. Поскольку данный вид приборов проходит сертификацию на базе Межгосударственного авиационного комитета, участниками которого являются ряд стран СНГ, то данное оборудование, разрабатываемое на территории Беларуси, может поставляться и эксплуатироваться в этих странах.

Прибор для определения МОД предназначен для непрерывного дистанционного измерения коэффициента пропускания слоя атмосферы с автоматическим преобразованием измеренного значения МОД, регистрацией и отображением информации на внешних устройствах.[1]

Прибор для измерения МОД состоит из излучателя на колонке, приемников (ближнего и дальнего) на колонках, блока электроники.

Принцип действия прибора заключается в том, что из общего пучка света, излучаемого источником света, берется два пучка  $\Phi_0$  (величина опорного светового потока) и  $\Phi$  (величина светового потока, ослабленного слоем атмосферы), причем на пучок света  $\Phi_0$  не влияет изменение коэффициента пропускания слоя атмосферы, а  $\Phi$  проходит через слой реальной атмосферы. Попадая на фотоприемники, световые потоки

вызывают пропорциональные этим потокам электрические сигналы, которые сравниваются и обрабатываются микропроцессором. После обработки микропроцессор вычисляет величину МОД. [2]

Измеритель яркости фона состоит из блока оптического в кожухе и блока питания и на месте эксплуатации устанавливается с помощью колонки.

Принцип действия прибора заключается в том, что лучистый поток измеряемого фона проходит через защитное стекло блока оптического, собирается линзой объектива и направляется с помощью фокусирующего конуса (фокона) в виде равномерно освещенного пятна на фотодиод платы предварительного преобразования, где преобразуется в фототок. Ток фотодиода преобразуется в эквивалентный цифровой код, который передается на узел обработки информации. В узле обработки информации цифровой код пересчитывается в величину яркости ( $\text{кд/м}^2$ ), отображающуюся на индикаторе. Величина яркости в узле обработки информации преобразуется в сигналы стандартов RS232 и V.23 (модем), которые передаются через плату блока питания на приемное устройство по интерфейсу RS232 или линии модема.

Диапазон измерений яркости фона должен быть не менее от 10 до  $20000 \text{ кд/м}^2$ , дискретность показаний  $1 \text{ кд/м}^2$ . Пределы допускаемой относительной погрешности измерения яркости фона должны быть  $\pm 15 \%$ .

Прибор для измерения МОД и яркости фона могут быть использованы в национальных и международных аэропортах, на аэродромах местных авиалиний и посадочных площадках, на метеорологических станциях гидрометеорологической службы. Измерения могут быть проведены в любое время суток при любых метеорологических условиях (осадки, туман, иней, роса, песчаная буря, гололед, ветер при скорости до  $55 \text{ м/с}$ ) как автономно, так и в составе аэродромных метеорологических станций.

## Литература

1. Бочарников, Н.В. Метеорологическое оборудование аэродромов. / Н.В. Бочарников, Г.Б. Брылев – Спб., «Ирам», 2003 г. – 592 с.
2. Костусев, А.В. Прибор определения метеорологической дальности видения / А.В. Костусев, Н.К. Артюхина // Материалы 6-ой Международной научно-технической конференции «Приборостроение–2013» – Минск, 2013 г.

## VISUALIZATION OF MONTE-CARLO SIMULATION FOR THE ELLIPSOIDAL BIOMETRIC SYSTEM

Student gr. PB-31m (MSc student) Mykola Pavlovets

PhD, docent Mikhail Bezuglyi

National Technical University of Ukrainian «Kyiv Polytechnic Institute»

This paper describes algorithm of visualization of Monte-Carlo simulation for the process of distribution optical radiation in biometric system «multi-layered biological tissue (BT) + ellipsoidal reflector (ER)».

Analytical core of the system [1], which based on the laws of physical optics, uses direct Monte-Carlo method, which based on random numbers generation, for modelling interaction of optical radiation with absorption and scattering centers within BT. In this way goes determining of the coordinates of the photon and its energy value after each act of interaction with the environment. Using arrays of parameters, obtained for a BT sample with such an optical properties as thickness, refractive index, absorption coefficient, scattering coefficient and factor anisotropy for each layer performing visualization of Monte-Carlo simulation.

Coordinates of photons, that escaped from the environment in forward and backscattered directions, and their energy value allows simulate the work process of photometric system with ER [2]. Herewith, ellipsoidal reflectors was made in the form of prolate and truncated at the focal plane ellipsoid of revolution, which collects response of investigated biological environment in the form of spot of scattered optical radiation and forms an image of the external layers of tissue that had interacted with radiation. Process of simulation consists in calculation of coordinates of the intersection point of the ray that came from BT with the surface of the reflector, and coordinates of intersection point of the reflected from the ellipsoid surface beam with the second focal plane. The results of the simulation are the ZX and ZY reflector views, as well as the XY view in the focal planes.

In the work are represented modelling result, to wit the view of tissue, views of ellipsoidal reflector and it focal planes, for BT with different set of optical parameters.

Adaptation of Monte-Carlo simulation, which uses an infinitely narrow beam of photons, to the real profile of the laser emitter (usually Gaussian), will allow to compare the model results with real experiment.

### References

1. Lihong Wang, Steven L. Jacques, Liqiong Zheng, 47, "MCML – Monte Carlo modeling of light transport in multi-layered tissues," Computer methods and programs in biomedicine, 131-146 (1995).
2. Bezuglyi, M.A., Yarych, A.V., Botvinovskii, D.V., 113 (1), "On the possibility of applying a mirror ellipsoid of revolution to determining optical properties of biological tissues," Optics and Spectroscopy, 101–107 (2012).

## THE SPATIAL DISTRIBUTION OF LASER RADIATION REFLECTED BY A ROUGH SURFACE

Student gr. PB-31m (MSc student) Petro Perekhodko

PhD, docent Mikhail Bezuglyi

National Technical University of Ukrainian «Kyiv Polytechnic Institute»

In this paper performed analysis of the work process of the system with ellipsoidal reflectors which is used for investigation of rough metal surface [1]. Registered scattering spot (Fig.1.a and Fig.1.b) contains characteristic areas, which analysis allows to determine roughness type (directed or non-directed), and the relative brightness distribution in separate areas (Fig.1.c and Fig.1.d.) is a prerequisite for the determination of roughness value.

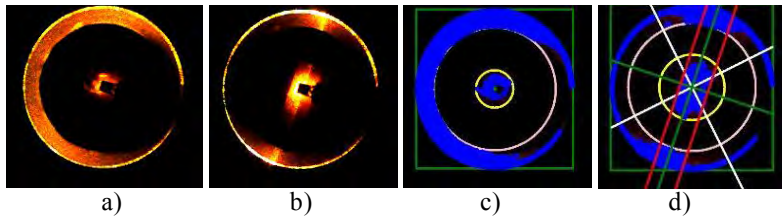


Fig.1 – Distribution of brightness for samples: a) cast iron with Rz 250 after processing in tumbling drum; b) steel with Ra 8.23 after processing by cylindrical milling; Fig. c) and d) illustrates the fragmentation of the image for analysis

Photometric system constructed on the base of microscope MBS-10. The major problems arising in the manufacturing and assembling processes of the system related to the accuracy of basing the main details of construction. Particularly meet high requirements for coaxiality of ellipsoidal reflector with projector system, which role performed by Galileo systems and ocular of microscope. Also, it should provide high quality of the aluminum ellipsoidal mirror surface. Parameters of the probe laser transmitter must be matched to the characteristics of CCD camera and type (material) of investigated the metal sample.

For the assembling of the photometric system with ellipsoidal reflectors has been developed algorithm, which allows to take into account the possible instrumental errors. By using a mathematical model is planned to provide processing of the results and determine the significance of the data was taken into account, depending on the accuracy.

### References

1. Bezuglyi, M.A., Botvinovskii, D.V., Zubarev V.V., Kotsur Y.A., 27, "Method of photometric mirror ellipsoid of revolution for research of roughness of surface," Methods and devices of control of quality, 77-83 (2011).

## **ОЦЕНКА ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ С ПОМОЩЬЮ ИНФРАКРАСНОЙ ДИАГНОСТИКИ**

Студент гр. ПБ-82 (магистрант) Печена М.Р.

Д-р техн. наук, профессор Тымчик Г.С.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Для оценки динамики процессов происходящих в биологических системах на данный момент используется множество радиофизических методов[1]. Это акустические, оптические, рентген-методы и другие способы контроля различных объектов и систем. Несмотря на информативность этих методов, они непосредственно влияют на биологические объекты. С учетом того, что большинство физических и химических процессов в биологической системе происходит с изменением температуры, то методом, который может частично заменить выше представленные или же проконтролировать терапевтическое воздействие на биологические объекты, является метод инфракрасной диагностики (ИКД). Этот метод реализуется с помощью ИК-камер (тепловизоров).

Если говорить о терапевтических методах лечения, то в системах регуляции лечебным процессом у физиотерапии на первое место ставится задание точной дозировки количественных параметров действующего источника, а также стабильности заданных значений в условиях окружающей среды и физиологических особенностей пациента. Это особенно актуально при терапевтическом воздействии с помощью лазерного излучения.

Поскольку наиболее важным параметром при таком воздействии является температурная проводимость, то с помощью тепловизора существует возможность уточнить получить математические зависимости значений температуры от параметров лазерного излучения и биологического объекта.

Для таких исследований используется установка лазерная физиотерапевтическая «АЛФ-2» в разных режимах работы и портативная ИК-камера «MobiR M3». С помощью такого приборного обеспечения и специальной математической модели удается получить зависимости температуры от времени облучения пациента. Таким образом есть возможность контроля этого излучения и соответственно предотвращение возможных передозировок.

### **Литература**

1. Иваницкий, Г.Р. Биофизические основы медицинского тепловидения / Г.Р. Иваницкий, Е.П. Хижняк, А.А. Деев // Биофизика. – 2012. – Т. 57, № 1. – С. 130–139.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ МЕДИЦИНСКИХ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕПЛОВИЗОРОВ

Студентка гр. ПО-01(бакалавр) Плави Ванзос Е.С.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Тепловизионные приборы используются для наблюдения объектов по их собственному излучению. Принцип действия этих приборов основан на преобразовании невидимого человеческим глазом инфракрасного (ИК) излучения в видимый диапазон длин волн. Спектральный диапазон работы тепловизоров, определяется интервалами длин волн от 3,5 до 5,5 мкм или от 8 до 13,5 мкм.

Целью медицинской термографии является установление несоответствия норме распределения температуры поверхности тела, что может быть обусловлено заболеванием тела. При этом внутреннее обнаружение болезни сложнее, потому что начиная с 20мм глубины температура тела остаётся постоянной [1].

ИК излучение концентрируется оптической системой линз и попадает на фотоприёмник (ФП). Попадающее на него излучение приводит к изменению электрических свойств ФП, что регистрируется и усиливается электронной схемой. Полученный сигнал подвергается цифровой обработке, и это значение передаётся на блок отображения информации. В блоке отображения информации каждому значению сигнала присваивается определённый цвет [2]. Далее каждой точке присваивается цвет которой соответствует численному значению ИК излучения, которое попало на ФП. Значения мощности инфракрасного излучения в каждой точке поля зрения, отображаются согласно заданной цветовой палитре.

Для улучшения качества изображения на выходе системы тепловизора, предлагается внести следующие изменения: путем включения в состав системы матрицы с высоким разрешением, а также разработанного автором светосильного трехлинзового объектива, что предоставит возможность более точного диагностирования.

### Литература

1. Колобродов, В.Г. Тепловізійні системи / В.Г. Колобродов, Н. Шустер // Підручник. – К.: "Тираж", 1999 – 340 с.
2. Коротаев, В.В., Основы тепловидения / В.В. Коротаев, Г.С. Мельников, С.В. Михеев, В.М. Самков, Ю.И. Солдатов – СПб: НИУ ИТМО, 2012 – 122 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОГО ЛАЗЕРНОГО МОДУЛЯ В ПРАКТИКЕ ФИЗИОТЕРАПИИ**

Студент гр. ПБ-02 (бакалавр) Подтабачный А.И.  
Канд. техн. наук, доцент Ключко Т.Р.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Современные лазерные технологии являются одним из самых перспективных направлений в клинической медицине поскольку исследуют немедикаментозные методы, во избежание появления у пациента аллергии и других побочных явлений. Предложенный интегрированный лазерный модуль использует биоактивные свойства лазерного излучения достаточно низкой интенсивности с различными длинами волн. Лазерное излучение способствует увеличению в месте воспаления лейкоцитов и стимулирует их фагоцитарную активность, повышает концентрацию иммуноглобулинов, тем самым стимулирует местный иммунитет, что экспериментально проверено на биологических объектах.

В работе проанализировано актуальность применения данного модуля в медицине, в частности, ветеринарии. Предложенные инженерные решения значительно улучшают качество лечения и обеспечивают его высокую эффективность.

Известно, что в лазерной терапии используется четыре основных направления влияния когерентным излучением на организм человека:

1. Внешнего, или транскутанного влияние на органы, сосуды, нервы, болевые зоны и точки которые облучаются через неповрежденные участки кожи в соответствующей области тела.

2. Воздействие лазерным излучением на биологически активные точки и зоны.

3. Внутриполостной метод влияния низкоинтенсивным лазерным излучением на патологический участок с помощью световода.

4. Внутривенное лазерное облучение крови.

Конструкция предлагаемого модуля интегрированной лазерной терапии обеспечивает все изложенные выше способы воздействия на биологические структуры. Аппарат весьма эффективен в применении, не вызывает побочных эффектов и в правильно подобранных дозах достаточно безвреден для организма человека.

## **ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАММЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ АДАПТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПРИ МАГНИТОЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ**

Студенты гр. ПБ - 82м (магистранты) Пономаренко А.С., Стецкая А.В.

Аспирант Осадчий О.В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Магнитолазерная терапия используется врачами достаточно широко для лечения многих болезней, но не существует единого метода оценки эффективности выбранных параметров терапии.

Обзор литературных источников на наличие типовых исследований показал, что фотоплетизмосигнал рассматривался достаточно широко, но не было его привязки к магнитолазерной терапии (МЛТ). Поэтому целью данной работы является аргументация использования фотоплетизмографии для контроля адаптационного состояния организма человека.

Проведенный аналитический обзор позволяет определить системные реакции на МЛТ, при наличии контроля изменения адаптационного состояния организма, но отсутствие аналитических критериев оценки реакций снижает эффективность управления режимами МЛТ. Для определения данных критериев, может быть использована методика пальцевой фотоплетизмографии.

При проведении исследований были получены данные (фотоплетизмограммы) которые обрабатывались и на базе их анализа возможно рекомендовать показатели по которым можно определить адаптационное состояние человека, то есть восприимчивость человеком того или иного типа облучения. Это позволит еще до проведения магнитолазерной процедуры установить эффективные параметры облучения. Целью дальнейшей работы является разработка алгоритма, который будет работать в режиме реального времени и регистрировать изменение адаптационного состояния человека, что позволит управлять магнитолазерным облучением так чтобы во время процедуры корректировать параметры облучения, и подобрать оптимальные режимы облучения.



## **ВТОРИЧНЫЙ ЭТАЛЛОН ЯРКОСТИ НА БАЗЕ ИНТЕГРИРУЮЩЕЙ СФЕРЫ**

Студентка гр. ПО-02 Пугина М.А.  
Д-р техн. наук, доцент. Михеенко Л.А.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В последнее время все чаще для калибровки по яркости прецизионных фотометрических приборов (ФП) применяются ленточные светоизмерительные лампы с телом накала в виде вытянутой прямоугольной площадки. Имея очевидные преимущества, излучатели такого типа так же имеют и ряд недостатков – неравномерность распределения яркости по телу накала и изменение этого распределения в процессе эксплуатации. Эти недостатки значительно затрудняют применение ленточных ламп для калибровки приемников излучения. Еще одним недостатком является то, что ленточные лампы не производятся в Украине, а эталонные излучатели на их основе, которые имеются в эксплуатации, значительно устарели.

Поэтому, задача замены ленточных ламп другими излучателями с улучшенными метрологическими характеристиками становится все более актуальной. К примеру, это могут быть галогенные лампы, как одни из наиболее перспективных. Однако, серьезным недостатком таких излучателей является дискретная структура тела накала, образованного отдельными витками спирали, что, естественно, препятствует их использованию для калибровки фотометрических приборов и многоэлементных приемников излучения.

Выходом из этого положения может быть использование совместно с галогенными лампами эффективных рассеивателей, какими, в частности, являются интегрирующие сферы.

Целью этой работы является исследование энергетических, спектральных и пространственных характеристик яркостного поля, формируемого системой галогенная лампа – интегрирующая сфера – молочный рассеиватель и разработка рекомендаций по проектированию, аттестации и эксплуатации таких излучателей при калибровке фотометрических приборов и многоэлементных приемников излучения.

### **Литература**

1. Михеенко, Л.А. Вторичный эталон яркости на базе галогенной лампы с рассеивателем. / Л.А. Михеенко, В.Н. Боровицкий «Технология и конструирование в электронной аппаратуре», 2008.

## БЕЗОПАСНЫЙ ДЛЯ ГЛАЗ ЛАЗЕР НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛА Er,Yb:GdAl<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>, ИЗЛУЧАЮЩИЙ В СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ 1.5-1.6 МКМ

Студентка гр. 113129 Свистунова А.С.  
Аспирант Горбаченя К.Н., канд. физ.-мат. наук Кисель В.Э.,  
д-р. физ.-мат. наук Кулешов Н.В.  
Белорусский национальный технический университет

Излучение спектральной области 1.5-1.6 мкм является условно безопасным для глаз и привлекает внимание для практического применения в медицине, дальнометрии, системах связи и оптической локации. На сегодняшний день среди источников излучения спектральной области 1.5-1.6 мкм наибольшее практическое распространение получили твердотельные лазеры на ионах Er<sup>3+</sup>. В данной работе сообщается о реализации непрерывного режима генерации лазера на основе кристалла Er,Yb:GdAl<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> (GdAB).

Лазерные эксперименты проводились в четырехзеркальном Z-образном резонаторе. В качестве активного элемента использовался кристалл Er(1at.%),Yb(8at.%):GdAB, вырезанный вдоль кристаллографической оси «с» и закреплённый на медном радиаторе с термоэлектрическим охлаждением. Накачка осуществлялась InGaAs лазерным диодом, излучающим на длине волны около 976 нм с максимальной мощностью 7 Вт и оптоволоконным выходом (диаметр волокна 105 мкм с числовой апертурой 0.22). Излучение диода коллимировалось и фокусировалось на активном элементе системой из двух линз с размером перетяжки, близким к размеру моды резонатора (рисунок 1).

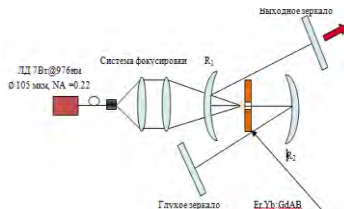


Рисунок 1 – Схема  
Er,Yb:GdAB лазера

Зависимости выходной мощности от поглощенной мощности накачки для выходных зеркал с различными коэффициентами пропускания представлены на рисунке 2. В непрерывном режиме генерации было получено лазерное излучение с максимальной выходной мощностью 780 мВт на длине волны 1531 нм и дифференциальной эффективностью по отношению к поглощенной мощности накачки 26 %.

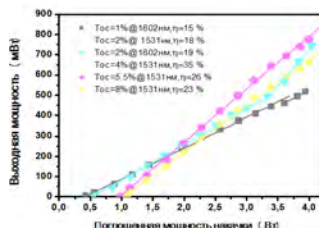


Рисунок 2 – Выходные  
характеристики  
Er,Yb:GdAB лазера

## **МЕТОД ОЦЕНКИ КОНТРАСТА ИЗОБРАЖЕНИЙ МУЛЬТИФОКАЛЬНЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ ЛИНЗ**

Аспирант Серый Е.А.

Д-р техн. наук, профессор Колобродов В.Г.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

В современном оптическом приборостроении использование дифракционных линз (ДЛ) при проектировании различных оптических систем (ОС) приобретает все большее распространения. Свое место нашли ДЛ и в офтальмологии, где они обеспечивают мультифокальность интраокулярных линз (ИОЛ). Но в результате того, что в фокальной плоскости дифракционной ИОЛ накладываются сразу нескольких изображений, контраст каждого изображения значительно снижается, что является основным недостатком таких ИОЛ. Численная оценка контраста изображения осуществляется через МПФ, но в случае мультифокального элемента вычисление МПФ через волновые преобразования является достаточно громоздкой процедурой.

Рассмотрена схема построения изображений мультифокальной ДЛ при освещении ее параллельным пучком света (в таком случае линза строит несколько изображений, пространственно разделенных между собой). На основе рассмотренной схемы был предложен метод оценки контраста изображений мультифокальных ДЛ. Метод основан на геометрическом определении интенсивности фоновой составляющей в каждом дифракционном порядке, в зависимости от взаимного размещения пространственно разделенных изображений и их эффективностей. Такой подход является достаточно точным и позволяет быстро вычислить МПФ мультифокальной ДЛ.

Были рассмотрены две модели фоновых составляющих с равномерным и неравномерным распределениями интенсивностей. Обе модели продемонстрировали практически одинаковое влияние фона на МПФ, за исключением того, что МПФ ДЛ с равномерной фоновой составляющей характерно наличие осцилляций, которые уменьшаются с увеличением пространственной частоты.

С помощью предложенного метода были проведены вычисления МПФ трифокальной ДЛ, которая имеет три фокуса, смещенные относительно центрального  $f_0 = 22,6$  мм на  $\pm 2$  дтр. Диаметр линзы  $D = 7$  мм, дифракционная эффективность для света длиной волны  $\lambda = 0,555$  мкм в каждом фокусе составляет 30%. Построенные для каждого изображения графики МПФ подтвердили, что контраст изображения на низких пространственных частотах пропорционален его эффективности.

## **ВЫСОКОТОЧНЫЙ ЦИФРОВОЙ АВТОКОЛЛИМАТОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАЛЫХ УГЛОВ**

Студент гр.113119 Старосотников Н.О.

Канд. техн. наук, доцент Фёдорцев Р.В.

Белорусский национальный технический университет

Автоколлиматоры широко используются при решении ряда технологических задач машиностроительного и приборостроительного производства, связанных с высокоточными угловыми измерениями, например при контроле пространственного положения объектов и геометрических параметров различных элементов конструкций.

Для указанных отраслей промышленности из ряда технических и эксплуатационных параметров, характеризующих автоколлиматоры, таких как большой диапазон измеряемых величин, технологичность и себестоимость изготовления, малые габаритные размеры и пр., на первое место выходят разрешение, оцениваемое в сотых долях угловых секунд и точность измерения. При проектировании новых моделей автоколлиматоров наблюдается тенденция увеличения степени автоматизации процесса измерения, обеспечивающая повышение скорости измерений, исключение влияния субъективного фактора, а также уменьшение колебания различных параметров во времени. Не маловажную роль играет способ формирования и технология последующей обработки сигналов с приёмника [1].

Разработанный цифровой автоколлиматор позволяет измерять относительный наклон нескольких объектов в двух плоскостях, и поворот относительно оптической оси. Приёмником оптического излучения является ПЗС-матрица, формирующая информационный сигнал и, в то же время, являющаяся измерительной шкалой, служащей для определения координат центра тяжести тест-объекта. Автоколлиматор имеет следующие характеристики: фокусное расстояние объектива – 1500 мм; относительное отверстие – 1/10; угловое поле зрения в пространстве предметов – 20'; основная длина волны осветителя – 590 нм; разрешение – 0,025'', погрешность измерения вдоль каждой координаты – 0,05''. Такое разрешение достигнуто благодаря большой величине фокусного расстояния объектива, а также обработкой сигнала на субпиксельном уровне. Заявленная точность обеспечивается рассчитанным телеобъективом (коэффициент телесокращения – 0,3) с исправленным вторичным спектром, а также чувствительными механическими юстировочными элементами конструкции прибора.

### **Литература**

1. Королев, А.Н. Исследование точности позиционирования изображения на ПЗС матрице / А.Н. Королев, А.И. Гарцуев // Измерительная техника. – 2004. – №5. – С. 20–22.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗЕРКАЛЬНОГО ОТРАЖАТЕЛЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ TRACERPRO**

Студентка гр.113112 Степанова Ю.А.  
Д-р техн. наук, профессор Артюхина Н.К.  
Белорусский национальный технический университет

Тенденции современного научного технического прогресса во всех областях знаний нельзя представить без использования современных компьютерных технологий в различных областях науки и техники. В настоящее время существует достаточное количество конкурирующих программных продуктов (SYNOPSIS, OSLO, Code V, Zemax, Orpal, Demos) для расчета оптических систем любой степени сложности [1].

В работе представлен анализ освещенности в осветительной схеме, содержащей отражатель (эллипсоидное зеркало). Достоинством схемы является то, что благодаря малой сферической аберрации такой отражатель может иметь больший угол охвата, чем сферическое зеркало. Светотехнический анализ, а также трассировка (трехмерное моделирование) хода лучей в оптической системе проведены с помощью программного продукта TracerPro® при использовании каталога трехмерных моделей стандартных ламп, включающего графики распределения яркости люминофора относительно угла излучения.

Профиль отражателя и его световой диаметр был определен величиной угла охвата, выбор которого подчинен характеру требуемого изменения меридионального и сагитального увеличений и не является однозначным. Предпочтительное значение угла охвата определялось путем сравнения светотехнических параметров отражателей с разными углами охвата. Анализ показал, что по техническим соображениям оптимальным является угол охвата  $230^\circ$ . Зная координаты первого и второго фокусов эллипсоидного отражателя и углы крайних лучей, легко определить место их пересечения, а, следовательно, значение наибольшего радиуса  $R_{\max}$  светового диаметра отражателя и далее все остальные параметры эллипсоида.

### **Литература**

1. Национальный интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.focus.software.com/>

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ, ОСНОВАННЫХ НА ИЗМЕРЕНИЯХ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕТА, ПРИ КОНТРОЛЕ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ СРЕД**

Магистрант гр. М04-321-1 Стрельникова А.С.

Канд. техн. наук Усольцев В.П.

Ижевский государственный технический университет  
имени М.Т. Калашникова

В настоящее время одной из экологических проблем является защита воды от загрязнения. Проблема загрязнения сточных вод актуальна в современном обществе в связи с множеством предприятий, которые при своей деятельности сбрасывают в воды вредные вещества. Загрязнение воды негативно сказывается на окружающей среде.

В литературе указывают различные методы и технологии регистрации загрязнения сточных вод, например, спектрофотометрический, газохроматографический, оптический методы, атомно-абсорбционный, спектральный, люминесцентный, электро-химический, полярографический, масс-спектрометрический, рентгеноспектральный анализы и многие другие.

Рассмотрим нефелометрический метод. В его основе лежит то, что интенсивность и направление светового потока, рассеянного гомогенной взвесью частиц, зависят от размера частиц.

### **Литература**

1. Алексеев, В.А. Снижение влияния аварийных сбросов в системах фильтрации сточных вод / В.А. Алексеев, Е.М. Козаченко, А. Хедр // Теоретическая и прикладная экология, 2009, №1. - С. 48-53.
2. Хван, Т.А. Промышленная экология

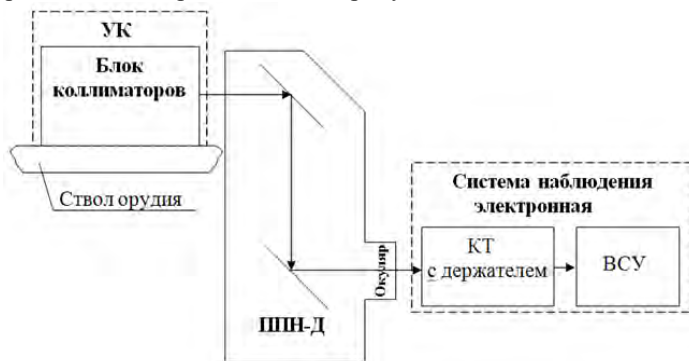
## ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ СОГЛАСОВАНИЯ ЛИНИИ ВЫСТРЕЛА С ЛИНИЕЙ ВИЗИРОВАНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ПРИЦЕЛА

Студентка гр.113119 Тихия Е.О.

Ст. преподаватель Луговик А.Ю., канд. техн. наук, доцент Фёдорцев Р.В.  
Белорусский национальный технический университет

При работе танкового прицельного комплекса, например СОЖ-М на базе БМП-3 важным параметром на стадии его изготовления и сборки является контроль рассогласования линии визирования оптического прицела и оси орудия, при их синхронных поворотах относительно линии визирования, обеспечиваемых кинематической или электрической связью орудия и управляемого элемента, например, зеркала прицела.

Принцип действия прицел-прибора наведения (ППН-Д) поясняется структурной схемой, приведенной на рисунке.



Объективы 5 блоков коллиматоров, размещённых в устройстве коллимирующем (УК) и закреплённом посредством кронштейна на стволе орудия, формируют первичные изображения, на первом зеркале перископической системы ППН-Д и далее от второго зеркала и окуляра передаются в камеру телевизионную (КТ), которая преобразует поступающие оптические сигналы в стандартные телевизионные сигналы, отображаемые на экране устройства видеосмотрового (ВСУ). На экране ВСУ наблюдается телевизионное изображение сетки коллиматора УК и марки ППН-Д СОЖ-М, находящийся в поле зрения окуляра ППН-Д СОЖ-М.

Диапазон измеряемых углов прокатки орудия в вертикальной и горизонтальной плоскости осуществляется в пределах от  $-6^\circ$  до  $+20^\circ$  с точностью  $20''$ .

## ПРИЦЕЛ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ

Студент гр. 113129 Тихоненков И.И., студент гр. 113111 Андрияш А.С.

Д-р техн. наук, профессор Козерук А.С.

Белорусский национальный технический университет

Прицел предназначен для измерения дальности до цели, наведения на цель и при ведении прицельной стрельбы в дневное время, а также ночью при использовании ночной насадки NV/A-1.

Прицел представляет собой оптико-электронный прибор с окуляром, что обеспечивает возможность наблюдения цели.

Прицел состоит из корпуса с зажимным устройством, оптико-электронного блока и дальномерного модуля, расположенного внутри корпуса.

Оптико-электронный блок состоит из призмной системы с объективом, электронной сетки и окуляра. Измерение дальности осуществляется нажатием кнопки, с наведением на цель дальномерной марки. При этом баллистический вычислитель обрабатывает значение измеренной или введенной вручную дальности с учетом температурных поправок и автоматически смещает прицельную марку на необходимый угол прицеливания. Значение измеренной дальности отображается в поле зрения прицела. Если значение угла прицеливания превышает  $12,5^\circ$ , то прицельная марка в поле зрения не отображается. В этом случае прицеливание осуществляется по маркам, расположенным в нижней части поля зрения для соответствующих температур на 600 и 700 м.

Насадка NV/A предназначена для наблюдения и ориентации на местности, а также для прицеливания совместно с прицелом в условиях естественной ночной освещенности.

В насадке используется принцип электронно-оптического усиления отражаемого предметами света. Оптическая система насадки, содержащая объектив, ЭОП с микроканальным усилением яркости изображения и окуляр, обеспечивает сбор доступной световой энергии, отражаемой наблюдаемыми предметами, и проецирование усиленного изображения с экрана ЭОП через оптическую систему прицела в глаз оператора.

В насадке применяется ЭОП 3-го поколения с автогейтингом, что позволяет работать при освещенности не более 50 лк в течение времени до 10 мин. допускается, при необходимости работы в режиме автогейтинга, на короткое время закрывать входное окно фотодатчика кусочком темной ткани или пластика (черной клейкой ленты).



## ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ОПУХОЛИ В ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

Холин В.В.<sup>1</sup>, Войцехович В.С.<sup>2</sup>, Гамалия Н.Ф.<sup>3</sup>, Чепурна О.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ЧМПП «Фотоника Плюс», г. Черкассы, Украина,

<sup>2</sup> Институт физики НАН Украины, г. Киев, Украина,

<sup>3</sup> Институт экспериментальной патологии, онкологии и радиобиологии  
им. Р.Е. Кавецкого НАН Украины, г. Киев, Украина

Метод фотодинамической терапии (ФДТ) является одним из эффективных и малоинвазивных современных методов лечения диспластических изменений и опухолевых поражений, особенно на ранних стадиях их развития[1]. Успешное проведение ФДТ базируется на определенных условиях :

- достаточная концентрация ФС в опухоли ;
- оптическое облучение с определенной длиной волны (соответственно максимуму поглощения ФС) и с достаточной плотностью мощности излучения, поглощаемого опухолью[2].;
- достаточное количество молекулярного кислорода в зоне облучения [3] .

Известны способы ФДТ онкологических заболеваний, которые включают введение ФС и воздействие в области накопления источником света, который обеспечивает фотохимическое индуцированное разрушение клеток. Однако , в случае облучения опухолей большого размера возникает необходимость увеличения мощности лазера. С увеличением мощности в свою очередь растут энергетические затраты и стоимость прибора.

Следующим недостатком является использование непрерывного режима излучения. Концентрация молекулярного кислорода в ходе взаимодействия с возбужденным ФС и в дальнейшем образованием синглетного кислорода резко падает [4]. Восстановление необходимой концентрации молекулярного кислорода (и ФС) напрямую зависит от кровообращения и требует определенного периода времени , в течение которого дальнейшее облучение опухоли теряет смысл, так как лазерное излучение приводит лишь к нецелесообразного выгорания ФС без достижения нужного эффекта .

Целью разработки данного метода является устранение существующих недостатков благодаря облучению опухоли путем ее сканирования лучом малой мощности и малого поперечного сечения. Используя данный метод мы сможем достичь :

- снижение необходимой мощности лазерного излучения ;

- экономии ФС, который расходуется только при наличии в опухоли молекулярного кислорода;

- уменьшение дозы облучения, без уменьшения рабочей плотности мощности лазерного излучения.

Разработанный нами способ заключается в том, что после накопления ФС в опухоли, она облучается лазерным излучением с длиной волны, соответствующей максимальному пику поглощения ФС. Облучение опухоли осуществляется лазерным лучом малого поперечного сечения, который перемещается по выбранной зоне с задержкой в каждой точке определенный период времени. Далее повторное прохождение зоны начинается с исходных точек, когда концентрация молекулярного кислорода и ФС в них успевает восстановиться благодаря кровообращению и диффузии из ближних участков ткани.

Таким образом, предложенный метод проведения ФДТ с облучением опухоли путем лазерного сканирования, когда лазерный луч малого поперечного сечения перемещается по выбранной области с задержкой в каждой точке определенный период времени, позволяет снизить мощность лазерного излучения, которое необходимо для проведения процедуры, оптимизировать процесс использования ФС и молекулярного кислорода и в результате повысить эффективность фотодинамической терапии онкологических больных.

### **Литература**

1. Гейниц, А.В. Фотодинамическая терапия. История создания метода и ее механизмы / А.В. Гейниц, А.Е. Сорокатый, Д.М. Ягудаев, Р.С. Трухманов // Лазерная медицина. – 2007. – Т. 11, вып. 3. – С. 42 – 46.

2. Патент RU 2438733 Способ фотодинамической терапии онкологических заболеваний / Иванов А.П., Чан хонг Ньунг, НГУЭУ Конг Тхань, Барун В.В. // МПК А61/Н06.

3. Красновский, А.А. (мл.) Фотодинамическая регуляция биологических процессов : первичные механизмы // Проблемы регуляции в биологических системах / Под общей ред. А.Б. Рубина. – М.; Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. – 480 с.

4. Pass HI. Photodynamic therapy in oncology : mechanism and clinical use. J Natl. Cancer Inst. – Vol.85, N6. – 1993. – p.443–456.

## **БИНОКУЛЯРНЫЙ ПРИБОР НОЧНОГО ВИДЕНИЯ**

Студентка гр.113119 Шмарловская К.С.,

студент гр. 113111 Андрияш А.С.

Канд. техн. наук, доцент Кузнечик В.О.

Белорусский национальный технический университет

Конструкция и принцип действия прибора ночного видения (ПНВ) представляет собой телескопическую оптическую систему со встроенным в нее электронно-оптического преобразователем (ЭОП). ПНВ работает на принципе многократного усиления яркости изображения в области видимого и ближнего инфракрасного спектра излучений. Прибор состоит из объектива, ЭОП с системой защиты от засветки, блока питания и окуляра. Отраженный от объекта наблюдения свет проходит через объектив и создает изображение на входе ЭОП, которое электронным способом усиливается и, проецируясь в желто-зеленом свечении на выходном экране преобразователя, передается через окуляр на глаз наблюдателя. В основном качество ПНВ определяется характеристиками ЭОП и оптикой.

Прибор предназначен для наблюдения и ориентирования на местности в темное время суток (дальность опознавания человека при освещенности порядка  $10^{-3}$  лк на фоне зеленой травы не менее 100 м), выполнения различных видов работ в условиях низкой освещенности. В состав прибора входит и светодиодный инфракрасный осветитель (отключенный при работе прибора в пассивном режиме), обеспечивающий подсветку объекта, не демаскируя при этом наблюдателя, при работе с прибором в полной темноте в активном режиме.

ПНВ выполняется с увеличением в 1 крат и может оснащаться дополнительной насадкой с увеличением 3 крат. Отличительной особенностью прибора является наличие специальной маски, соединенной с ПНВ через специальный кронштейн, закрепляемой на голове наблюдателя и позволяющей оставлять руки наблюдателя свободными для выполнения других задач.

Так как прибор крепится на голове наблюдателя, то к габаритам и весу используемых в нем узлов предъявляются особые требования. Чем они легче и компактнее, тем удобнее пользоваться таким прибором.

## СЕКЦИЯ 5. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

УДК 621.382

### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОП – ТРАНЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ

Студент гр.11302213 Адамович Д.П.

Канд. физ.-мат. наук Черный В.В.

Белорусский национальный технический университет

Исследовались выходные характеристики и зависимость токов утечки затвора для кремниевых МОП – транзисторов, изготовленным на основе одного и того же материала, но по двум технологиям. В качестве затвора использован слой высоколегированного поликристаллического кремния. Толщина слоя диэлектрика под затвором составляла 6-8 мкм.

Выходные характеристики для обоих типов имели вид, типичный для приборов подобного типа [1]. Прежде всего, эти характеристики отличались по величине тока насыщения. У приборов второго типа ток насыщения при одинаковой величине напряжения между затвором и стоком оказался заметно выше (в 2 – 2,5 раз). Кроме того, у данных приборов оказалось значительно ниже напряжение отсечки.

Анализ известных литературных данных позволяет сделать предположение о том, что наблюдаемые различия связаны с более качественным слоем диэлектрика под затвором для приборов, изготовленных по первой технологии. На границе кремний – окисел кремния присутствуют четыре различных по природе источника заряда: заряд быстрых поверхностных состояний в полупроводнике, постоянный заряд в окисле, заряд на ловушках в слое окисла и заряд подвижных ионов. Величина зарядов определяется режимами окисления и отжига, ориентацией подложки, а также процессами, предшествующими операции окисления.

Кроме того, в случае использования поликристаллического кремния в качестве затвора, на краях затвора возникают механические напряжения, и, как следствие, образуются точечные дефекты, собирающие примеси из подложки.

Предположение о различии в качестве слоя диэлектрика под затвором подтверждается результатами измерений токов утечки. Токи утечки у транзисторов первого типа оказались заметно ниже, что имеет место при лучшем качестве диэлектрического слоя.

#### Литература

1. Зи, С. Физика полупроводниковых приборов: в 2 кн. / С. Зи. – М.: Мир, 1984. – Кн.1. – С. 327 – 355.

2. Технология СБИС: в 2 кн. / С. Зи; под ред. С. Зи. – М.: Мир, 1986. – Кн.1. – С. 205 – 215.

## О ВКЛАДЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СТЕПЕНИ СВОБОДЫ В ТЕПЛОЕМКОСТЬ МНОГОАТОМНЫХ МОЛЕКУЛ

Студент гр.11302213 Алексейчиков А.А.

Канд. физ.-мат. наук Черный В.В.

Белорусский национальный технический университет

В широко известных учебниках по физике для инженерных специальностей [1, 2] при рассмотрении теплоемкости многоатомных молекул допущена очевидная ошибка. Отсутствие вклада колебательной степени свободы в теплоемкость при низких температурах объясняется тем, что при таких температурах колебания не происходят (так называемая жесткая молекула).

Между тем давно и достоверно установлено, что колебательное движение не прекращается даже при самых низких температурах. Вследствие квантования энергия этого вида движения молекул при низких температурах очень медленно возрастает при росте температуры, поэтому молярная колебательная теплоемкость  $c_m$  оказывается много меньше минимально регистрируемого значения, хотя колебания и происходят, а молярная колебательная энергия  $E_m$  значительно превышает величину молярной энергии поступательного движения  $1,5 \cdot RT$ . При температурах, близких к комнатной, величина  $c_m$  возрастает до значений порядка процента от  $R$ , что уже обнаруживается на эксперименте. При дальнейшем росте температуры величина  $c_m$  продолжает возрастать и при температурах, близких к так называемой колебательной температуре  $T_k$ , молярная колебательная теплоемкость достигает для двухатомных молекул величины, близкой к  $R$ . Для иллюстрации приведена величина  $c_m$  для молекул кислорода, для которого колебательная температура  $T_k = 2230$  К. Также приведены значения отношения молярных энергий колебательного и поступательного движений  $x = E_m/(1,5 \cdot RT)$ .

$T, K$	100	200	300	500	1000	2000
$c_m, R$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-2}$	0,235	0,67	0,90
$x$	7,46	3,72	2,48	1,52	0,92	0,61

Как видно, предположение о жестких молекулах является ошибочным.

### Литература

1. Савельев, И.В. Курс общей физики: в 4 т. / И.В. Савельев. – М.: КНОРУС, 2012. – Т. 1. – С. 370 – 374.
2. Трофимова, Т.И. Курс физики / Т.И. Трофимова. – М.: Академия, 2007. – С. 103 – 104.

## **СВЯЗЬ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ И УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТЬЮ ДЕТАЛЕЙ**

Аспирант Барандич Е.С.

Канд. техн. наук, доцент Выслоух С.П.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Многие детали машин и механизмов в процессе эксплуатации подвергаются циклически изменяющимся во времени воздействиям. Если уровень напряжений, вызванный этими воздействиями, превышает определенный предел (предел выносливости), то в материале формируются необратимые процессы накопления повреждений, которые в конечном итоге приводят к разрушению [1]. При этом наружный слой детали, называемый поверхностным слоем, подвергается наиболее сильному физико-механическому воздействию, что приводит к появлению усталостных трещин, износу, коррозии, эрозии. Очаги разрушения деталей от усталости металла зарождаются на поверхности. Таким образом, предел выносливости, зависящий от величины максимального напряжения, числа циклов, габаритных размеров детали, наличия концентраторов напряжения, определяется еще и качеством поверхностного слоя. Поскольку не всегда представляется возможным изменить условия эксплуатации или конструкцию детали, наиболее гибкой характеристикой для обеспечения необходимого значения предела выносливости является качество поверхностного слоя. При этом не все параметры состояния поверхностного слоя в равной степени влияют на усталостную прочность деталей. В соответствии с исследованиями А.Г. Суслова [2] наиболее важными являются: максимальная высота и средний шаг неровностей профиля, остаточные напряжения, наклеп. Так как, основной метод формирования поверхностей деталей – это механическая обработка, актуальной задачей является разработка математических зависимостей между режимами обработки и пределом выносливости; создание, на основе полученных зависимостей, методики, алгоритмов и программ расчета оптимальных режимов резания, которые будут обеспечивать необходимые значения предела выносливости.

### **Литература**

1. Биргер, И.А. Расчет на прочность деталей машин: Справочник/ И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 640 с.
2. Суслов, А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин / А.Г.Суслов,– М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.

## **МАГНИТНЫЕ ЖИДКОСТИ. СПОСОБЫ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ**

Студенты гр. 11301212 Безлюдов А., Тростянка С.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Маркевич М.И.

Белорусский национальный технический университет

Магнитные жидкости – новый искусственно созданный материал, обладающий жидкотекучими и магнитными свойствами, не разлагающийся, полностью восстанавливающий свои характеристики после снятия магнитного поля.

Это коллоидные системы, представляющие собой устойчивые взвеси частиц магнитных металлов и ферритов в жидкостях – носителях. В основном их получают на основе высоковязких минеральных масел, глицерина, силиконовых масел. Форма частиц в коллоидном растворе может быть различной: сферической, цилиндрической, дендритной и т.д.

Данные материалы могут быть использованы как рабочие среды в демпферных устройствах, как теплоносители, смазочные и герметизирующие материалы, а также в процессах магнитной сепарации немагнитных материалов.

Поведение магнитных жидкостей регулируется при наложении внешнего магнитного поля.

Первые магнитные жидкости были получены в 1965 году С. Пейпелом. Методы получения магнитных жидкостей разнообразны: метод диспергирования, методы конденсации. Методы вакуумной конденсации ранее не использовали для получения магнитных жидкостей ввиду сложной их реализации. В настоящее время развитие вакуумной технологии позволяет получать магнитный коллоид требуемого качества.

Процесс изготовления магнитных жидкостей содержит две стадии: получения магнитных частиц коллоидных размеров и стабилизации этих частиц в жидкой основе.

В настоящей работе изучены методы получения магнитных жидкостей их свойства и техническое применение. Работа представляет собой анализ литературных данных по данной теме.

## **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ РЕАКТИВНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРЫТИЙ БИНАРНЫХ НИТРИДОВ TiCrN, TiSiN, TiAlN**

Аспирант первого года обучения ф-та РФиКТ Белявский Д.С.

Ст. преп. Зайков В.А.

Белорусский государственный университет

Наноструктурированные покрытия на основе бинарных нитридов обладают уникальными физико-механическими свойствами: повышенная твердость, износостойкость, высокая коррозионная стойкость. Оптические свойства покрытий позволяют использовать их в солнечной энергетике [1].

В настоящей работе представлена методика исследования спектральных коэффициентов отражения покрытий бинарных нитридов, получаемых методом реактивного магнетронного распыления композитных мишеней TiCr, TiSi, TiAl в среде Ar/N<sub>2</sub>. Спектры отражения регистрировались с помощью системы спектрофотометрического контроля на базе малогабаритного одноканального спектрометра S100.

Обнаружено, что стехиометрия состава осаждаемых покрытий зависит от соотношения компонентов мишени и от режима распыления, в частности, от парциального давления N<sub>2</sub> в смеси газов Ar/N<sub>2</sub> [2].

Показано, что поведение спектральных коэффициентов отражения покрытий TiSiN, TiCrN, TiAlN имеет ряд общих черт: минимум коэффициента отражения в синей или сине-зеленой области спектра, увеличение коэффициента отражения в ИК области, сдвиг минимума отражения относительно эталонного покрытия TiN. Установлено, что поведение спектров отражения нитридов металлов хорошо описываются теорией Друде-Лоренца.

Предложено использовать относительно простые приборы и методы для послеоперационного контроля покрытий данного типа, а также нанесение поглощающих покрытий на основе TiAlN для солнечных элементов.

### **Литература**

1. Береснев В.М., Погребняк А.Д. Нанокристаллические и наноккомпозитные покрытия, структура, свойства // Физическая инженерия поверхности 2007. - Т. 5. № 1-2. - С. 4–27.
2. Бурмаков А.П., Кулешов В.Н. Спектроскопическая система контроля расходов газов и содержания примесей в процессе магнетронного осаждения пленок // Журнал прикладной спектроскопии 2007. - Т. 74. - С. 412–416.



## БУЛЕВА АЛГЕБРА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

Студент гр.1131613 Болтрукевич А.О.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Прежде, чем приступить к описанию места Булевой алгебры в проектировании и функционировании вычислительной техники, обратим внимание на некоторые даты:

- 1854 - Джордж Буль опубликовал "Исследование законов мышления", где создал систему операций (Булева алгебра), ставшей фундаментом для проектирования компьютеров.
- 1937 - Клод Шеннон публикует работу о принципах построения двоичного электрического сумматора.
- 1937 - Джордж Стибитц разработал двоичную схему на основе Булевой алгебры.

Возникает вопрос, почему после публикации Джорджа Буля прошло почти сто лет, прежде чем появились разработки теоретических основ построения компьютеров, в частности, принципов построения двоичного электрического сумматора Клода Шеннона и двоичной схемы на основе Булевой алгебры Джорджа Стибитца? Ответ не однозначен. Можно сказать, что всё дело в отставании технологий в области производства вычислительной техники, можно указать на развитие специальных разделов математики (алгоритмика, Машина Тьюринга и т.д.). А может причина всему языки программирования, автоматизация процесса программирования, разработка методов вычислительной математики и уровень развития, как сказали бы сегодня, информационных технологий? Маловероятно, что всё получилось само собой, как следствие появления всех перечисленных компонентов, и количество автоматически трансформировалось в качество.

Анализ и синтез логических цепей при проектировании логических устройств (цифровых, или как их ещё называют, конечных автоматов) производится на основе математического аппарата булевой алгебры (алгебры логики), используя для описания всех событий понятия истина (true) или ложь (false), обозначаемые как «1» и «0». Такой подход обеспечивает эффективное и достаточное простое использование двоичной системы счисления, которая весьма удобна при проектировании вычислительной техники так позволяет оптимизировать работу электронных устройств математическими методами.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИДЕОКАМЕР**

Магистрант Борейко А.А.

Канд. техн. наук, доцент Алефиренко В.М.

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники

При разработке новых изделий приборостроения проводится анализ технических характеристик (параметров) имеющихся на рынке подобных изделий с целью выбора аналогов с наилучшими характеристиками. Выбор изделий с наилучшими характеристиками важен и при построении технических систем различного назначения, например таких, как системы видеонаблюдения, главным компонентом которых являются видеокамеры. При большом числе параметров, имеющих различные значения, выбор таких изделий представляется затруднительным. Для решения этой задачи может использоваться метод определения комплексных характеристик изделий с использованием единичных показателей [1]. В качестве единичных показателей могут использоваться значения технических характеристик изделий.

В работе были проанализированы модели видеокамер ведущих производителей. В качестве исходных параметров использовались основные технические характеристики видеокамер, которые были разделены на группы по степени их важности для уточнения коэффициента значимости каждого параметра. К первой группе были отнесены такие параметры как размер матрицы, фокусное расстояние и светосила объектива, угол обзора, скорость и пиксельное разрешение записи. Ко второй – минимальный уровень освещенности, число форматов сжатия, число поддерживаемых протоколов. К третьей – эксплуатационные параметры. Коэффициенты значимости параметров определялись экспертным методом.

По результатам расчетов комплексных характеристик было проведено ранжирование видеокамер в виде столбиковых диаграмм, по которым может легко проводиться выбор видеокамеры с наилучшими характеристиками. Полученные результаты показали, что предложенный метод позволяет объективно оценить модели видеокамер по их комплексным характеристикам.

### **Литература**

1. Алефиренко, В.М. / В.М. Алефиренко // Материалы междунар. НПК «Актуальные проблемы радиоэлектроники: научные исследования, подготовка кадров». Минск, 2-3 июня 2005 г. Часть 2. – С. 12–17.

**РАЗРАБОТКА КОНТУРНОГО ГИРОСКОПА**

Студент Бугаёв Д.В.

Канд. техн. наук, доцент Аврутов В.В.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Широкое распространение в наше время находят лазерные и волоконно-оптические гироскопы, принцип работы которых основан на эффекте Саньяка.

Известно, что электрический ток распространяется по проводам со скоростью практически равной скорости света. Скорость электрического тока — это скорость распространения электрического поля, побуждающего электроны двигаться вдоль провода, а не скорость самих электронов. Если электромагнитное поле обладает инерционными свойствами, а постоянный ток представляет собой частный случай распространения электромагнитного поля, то естественно предположить, что для постоянного тока будет справедлив эффект Саньяка.

Было определено, что при вращении основания с угловой скоростью  $\Omega$ , возникает разность сопротивления электрического контура, которая прямо пропорционально зависит от общего сопротивления контура, его габаритов и обратно пропорциональна скорости прохождения электрического тока по контуру. Это выражено в соотношении:

$$\Delta R = R \frac{2r}{v} \cdot \Omega,$$

где  $\Delta R$  – разность сопротивления,

$R$  – общее сопротивление контура,

$\Omega$  – угловая скорость основания,

$v$  – скорость прохождения электрического тока по контуру,

$r$  – радиус контура.

Для экспериментальных исследований были изготовлены три макета контурных гироскопов из различных материалов и габаритов и оценена величина разности сопротивлений при измерении угловой скорости основания.

## **ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЗНАНИЕПРОВОДЯЩЕЙ СЕТИ**

Студентка гр. 113312 Буйневич М.В.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Дистанционное обучение, основу которого составляет разработка методов и создание условий для современных форм обучения студентов, становится неотъемлемой частью организации учебного процесса университетов. Для реализации подобных инновационных проектов необходимо использовать современные информационные технологии, такие как знаниепроводящие сети.

**Знаниепроводящие сети** – это комплекс сетевых образовательных технологий, которые улучшают качество обучения за счёт использования алгоритма решения изобретательских задач в области электронного обучения [1]. Поставленная цель реализуется организацией электронного удалённого ресурса – облака, обеспечивающего контент автоматизированной обучающей системы, функционирующей совместно с многоуровневым последовательно-фреймовым тьютором, и возможностью дистанционного и мобильного получения знаний. Результаты обучения фиксируются с помощью электронных документов как рейтинг, достигнутый студентом во время учебного процесса.

В знаниепроводящей сети как в системе электронного обучения университета можно выделить следующие компоненты:

- ресурс электронных учебных курсов – электронную библиотеку, облако;
- аудиторные занятия - реализуются с помощью АОС и многоуровневого последовательно-фреймового тьютора;
- дистанционное обучение - приложения для удалённой работы, в том числе с использованием смартфонов с операционной системой «Андроид» (ЭУК1 и ЭУК N).

### **Литература**

1. Рогальский Е.С. Роль электронного обучения в формировании современного образовательного пространства/ Инновационные технологии в образовании: монография / Г.В.Яковлева, С.А.Павлова, Е.С.Рогальский [и др.]; под общ. ред. Н.В. Лалетина; Сиб.федер.ун-т; Краснояр.гос. педун-т им.В.П.Астафьева, - Красноярск: ООО «Центр информации», ЦНИ «Монография», 2013. – 248 с.

## АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЬЮТОРОВ

Студент гр.113312 Буйневич М.В.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Проектирование многоуровневых последовательно-фреймовых тьюторов (МПТ), достаточно новое направление в проектировании компонентов, обеспечивающих функционирование автоматизированных обучающих систем. Тем не менее, оно входит в круг задач, решение которые могут существенно изменить ситуацию на рынке образовательных услуг электронного обучения. В литературе описан алгоритм работы МПТ, но и у него есть существенные недостатки. Это нечёткость структурной организации. Данная программа функционирует как две двухуровневые, так как третий её уровень - это дополнительный второй (рис.1).



Рис.1. Граф переходов МПТ (1 плюс 2 конечных уровня)



Рис.2 Граф переходов МПТ (последовательный, с одним конечным уровнем)

Доработки, приведенные на (рис.2) меняют уровень интеллектуализации данной программы. Теперь она имеет возможность настройки на уровень студента, не позволяет ему чрезмерно рисковать, пытаясь показать максимально возможный рейтинг, предлагает вопросы позволяющие повысить эффективность учебного процесса.

**МЕХАНИЗМЫ ДЕГРАДАЦИИ СВЕТОДИОДОВ**

Студент гр.11302212 Бурвель А.В.

Канд. физ.-мат. наук Красовский В.В.

Белорусский национальный технический университет

Вначале оценим затратность  $Z$  использования осветительного устройства, которая выражается в рублях на люмен светового потока в единицу времени эксплуатации:

$$Z = \frac{S}{t \cdot \Phi} + \frac{s_e}{1000\eta}, \quad (1)$$

где  $S$  – стоимость осветителя (руб.),  $t$  – время «жизни» излучателя (ч),  $\Phi$  – создаваемый им световой поток (лм),  $s_e$  – удельная стоимость электроэнергии (руб./кВт·ч),  $\eta$  – светоотдача устройства (лм/Вт). В стоимость осветительного устройства необходимо к стоимости самого излучателя  $S_u$  (светодиода либо лампы) добавить долю стоимости остальной арматуры  $S_a$  (корпуса, драйверы, проводка и т.п.):

$$S = S_u + S_a \frac{t}{t_a}, \text{ где } t_a \text{ – время использования арматуры.}$$

Как видно из формулы (1), второе слагаемое мало для светодиодных осветительных устройств в силу большой светоотдачи. Для обеспечения конкурентоспособности необходимо достичь сравнимой величины первого слагаемого. Для светодиодов отношение  $S/\Phi$  значительно больше, чем для ламп накаливания либо люминесцентных ламп. Поэтому первостепенное значение имеет увеличение их среднего времени наработки на отказ, и соответственно актуальна проблема деградации светодиодов.

В настоящей работе проводится изучение механизмов деградации белых светоизлучающих диодов (СИД) повышенной яркости. В данных образцах СИД эксплуатационные условия ухудшены вследствие покрытия кристалла люминофором. В этом случае в процессе наработки происходит увеличение теплового сопротивления перехода кристалл-подложка. Второй причиной уменьшения светового потока является прорастание дислокаций в активную область структуры и гетерирование на них точечных дефектов, что приводит к увеличению безызлучательной рекомбинации неравновесных носителей тока [1]. При высоких плотностях светового потока и повышенных температурах возможно также выгорание люминофора.

**Литература**

1. Шуберт, Ф.Е. Светодиоды. – М., Физматлит, 2008. – 496 с.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОСТОЯННОЙ ПЛАНКА ИЗ ВНЕШНЕГО ФОТОЭФФЕКТА

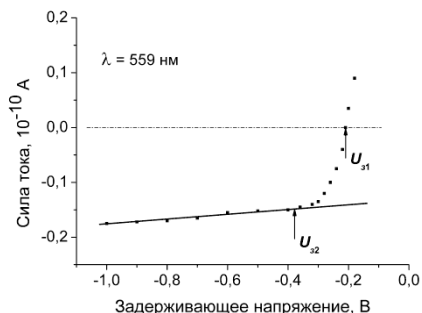
Студентка гр.11901212 Веевник И.С.

Канд. физ.-мат. наук Красовский В.В.

Белорусский национальный технический университет

Лабораторный практикум по разделу физики «Оптика и атомная физика» традиционно включает работу по изучению внешнего фотоэффекта, одной из задач которой является определение постоянной Планка  $h$  из измерений задерживающего напряжения  $U_s$ . Методика основана на использовании уравнения Эйнштейна, выражающего собой закон сохранения и превращения энергии при внешнем фотоэффекте. Работа хороша в плане качественного понимания квантового характера взаимодействия излучения с веществом и освоения соответствующей методики измерений. Однако количественное соответствие определяемой в данной работе величины  $h$  с ее истинным значением не выдерживает критики. Получается примерно в два раза заниженная величина.

Основной причиной, приводящей к такому результату является, на наш взгляд, формальное измерение  $U_s$ , при котором измеряемая сила «анодного» тока обращается в ноль. Необходимо отметить, что сила тока при этих измерениях составляет очень малую величину, выражаемую в пикамперах, и на измеренную величину  $U_s$  могут влиять не учитываемые факторы. Действительно, если продолжить увеличивать по модулю задерживающее напряжение, то «анодный» ток не остается нулевым, а, изменив полярность, продолжает асимптотически приближаться к некоторому почти постоянному значению, как показано на рисунке. Следовательно, истинное значение задерживающего напряжения есть  $U_{s2}$ , а не  $U_{s1}$  (см. рисунок). Наличие отрицательной составляющей тока говорит об утечках по корпусу фотоэлемента и, возможно, какой-либо контактной разности потенциалов. Эти утечки носят характер фотопроводимости, так



как при перекрытии светового потока исчезают.

При такой корректировке методики было получено значение  $h = 5,2 \cdot 10^{-34}$  Дж·с вместо  $h = 3,1 \cdot 10^{-34}$  Дж·с. Для большего увеличения точности требуется фотоэлемент специальной конструкции.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СУБЪЕКТИВНОГО ФАКТОРА НА РЕЗУЛЬТАТЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Студент гр. ПК-31м (магистрант) Водзик Д.П.  
Ст. преп. Павленко Ж.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Кроме проблемы наличия дефектов, выявляемых различными методами неразрушающего контроля, существует проблема пропусков дефектов во время операций контроля. Пропуски могут возникать по ряду причин, в том числе, связанных с управлением процесса контроля. Одним из основных субъективных факторов является квалификация и добросовестное выполнение дефектоскопистом своей работы. Согласно исследованиям в области управления качеством, около 95% проблем организации в этой области связаны с человеком и его психофизическим состоянием в момент выполнения контроля.

В связи с вышеизложенным, была проведена работа на предприятии ОАО «Центр промышленной диагностики и контроля» г. Буча, Киевской области. Для определения резервов повышения эффективности и достоверности контроля, проведен статистический сравнительный анализ результатов рентгенографического контроля при строительстве объектов химической промышленности и теплоэнергетики в штатном (ручном) режиме и с применением автоматизированного оборудования. Эффективность мероприятий по устранению субъективного фактора оценивалась по группе параметров. Внедрение средств автоматизации в процесс проведения контроля, дало значительные практические результаты (рис.1).

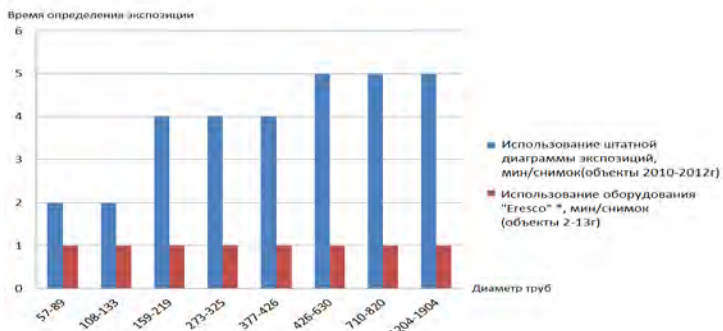


Рисунок 1 – Сравнительный анализ время определения экспозиции при контроле качества труб



## МАКЕТИРОВАНИЕ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Студент гр. 11302213 Волков Н.Н.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Развитие зеркальных IT-устройств наведения, сканирования и оптической памяти предъявляют высокие требования к точности механических систем позиционирования. Распространенными элементами в системах оптической обработки информации являются устройства для изменения пространственного положения светового луча — дефлекторы. Различают дефлекторы с дискретным набором положений отклоненного луча, а также - с непрерывной разверткой. Наибольшее распространение получили электромеханические дефлекторы, обеспечивающие сканирование пучка по произвольному закону с высоким разрешением и точностью. Однако техническая реализация таких дефлекторов и их совершенствование связаны с проблемой оптимального построения электропривода. В данной работе проведен анализ скоростных и пространственных параметров отклонения лазерного луча различными конструкциями электромеханических зеркальных дефлекторов. Для проведения экспериментальных исследований и макетирования использовались оптические головки с магнитоэлектрическим приводом, использующиеся в схемах записи/считывания и в схемах оптического отсчета измерительных приборов.

Исследуемые магнитоэлектрические системы представляют собой сложные многосвязные рамки, расположенные в магнитном поле постоянных магнитов. Конструкция магнитоэлектрической системы позволяет осуществлять перемещение оптического элемента (зеркала) в двух взаимно перпендикулярных направлениях. В работе рассматриваются особенности кинематики перемещении рабочего зеркала в заданное положение. В исследуемых макетах размер зеркал составлял  $\sim 15 \times 15 \text{ мм}^2$ , а угол сканирования не превышал  $60^\circ$ . В условиях проводимого эксперимента время полного сканирования составляло 0,5 – 1,2 мс в зависимости от значений управляющего напряжения.

Экспериментально показано, что в точках соответствующих конечному положению сканирующего зеркала может возникать при заданных условиях его затухающее колебательное движение. Также наблюдается гистерезис такого дефлектора. Показано, что в общем случае необходимо учитывать действие на такую систему не только моментов сил, возникающих за счет электрического тока в рамке привода, и сил упругости растяжек, но и сил трения в точках подвеса рамки.

## **ДИАГНОСТИКА СТАНКОВ С ЧПУ НА ОСНОВАНИИ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА**

Студентка гр. ПБ-01 (бакалавр) Гавриш М.А.

Ассистент Заец С.С.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Ритм современного производства настолько быстр, что не допускает длительного простоя агрегата из-за не трудоспособности, поскольку потребители требуют быстрого выполнения заказа. Поэтому для сокращения времени, что тратится на ремонт агрегата, используют диагностику отдельных узлов станка, вместо полной разборки станка в поисках неисправного звена. Другими словами диагностика – это совокупность определенных методов, которые предназначены для определения качества технологического состояния прибора, станка с ЧПУ, узла без какой-либо их разборки.

Диагностика нашла свое широкое применение также потому, что есть достаточно эффективные методы повышения работоспособности и надежности работы станка с ЧПУ и станочных систем. Во время диагностики станка собирается информация о станке и о его важнейших элементах и узлах с точностью более  $\pm 0,5$  мкм. Поиск и диагностика ошибок, опасных отклонений от нормальной работы, что может повредить агрегат, осуществляется разными методами. Например, для станков с ЧПУ применяют метод неразборной диагностики точности станка, метод оценки работы привода станка.

При использовании функциональной модели станка с ЧПУ или его отдельных узлов разбивают на конечное число функциональных блоков с одним контрольным исходным параметром, совокупность исходных параметров связывают в одну единственную систему, что является основной моделью всего узла или всего станка.

В процессе диагностики проводят контроль траектории инструмента, что выполняется в соответствии к действиям привода станка. Диагностика таким методом разрешает определить неисправности по 17 параметрах (среди них может быть: расхожимость скоростей привода, не параллельность или не перпендикулярность осей по всем координатам, не прямолинейность относительно всех координат). Также метод позволяет определить по 23 параметрах механического износа и неисправности элементов станка и его узлов.

Результат диагностики представляется пользователю-оператору в виде отчета, который содержит в себе различные графики, схемы, таблицы,

## ЦВЕТОПЕРЕДАЧА ОТ ИСТОЧНИКОВ БЕЛОГО СВЕТА

Студентка гр.11902212 Гинько В.П.

Канд. физ.-мат. наук Манего С.А.

Белорусский национальный технический университет

Известно, что восприятие цвета представляет собой весьма сложный процесс, различные аспекты которого изучаются разными науками: химией, физикой, физиологией и психологией. Цвет большинства объектов обусловлен входящими в них красящими веществами, которые поглощают энергию излучения в определенных участках видимого спектра. Окружающие нас объекты становятся видимыми благодаря энергии светового излучения, которое испускается или отражается ими и попадает в наши глаза. При этом мозг сохраняет информацию об увиденном объекте, так что в последующем человек может идентифицировать объект не только по форме, но и по цвету. На восприятие цвета в равной степени влияет не только свойство поверхности поглощать и отражать часть спектра электромагнитного излучения, но и то, какой источник света используется. Другими словами спектральный состав электромагнитного излучения источника света (цветовая температура) определяет цвет видимой нами поверхности объекта. Исследования показали, что существуют три фоточувствительных пигмента, каждый из которых был обнаружен в колбочках определенного типа. Эти пигменты максимально адсорбировали световое излучение с теми же длинами волн, что и колбочки. Кроме того, взаимное перекрывание абсорбционных кривых, происходит в относительно широкой части видимого спектра. Колбочковые фотопигменты, максимально поглощающие средне- и длинноволновый свет (фотопигменты *M*- и *L*-колбочек), чувствительны по отношению к большей части видимого спектра, а колбочковый пигмент, чувствительный к коротковолновому свету (пигмент *S*-колбочек), реагирует меньше чем на половину волн, входящих в спектр. Следствием этого является способность волн разной длины стимулировать более одного вида колбочек. Иными словами, световые лучи с разными длинами волн активируют колбочки разных видов по-разному и что колбочки трех типов избирательно чувствительны к определенной части видимого спектра – для каждого типа колбочек характерен свой абсорбционный пик, т. е. максимально поглощаемая длина волны.

Таким образом, анализ литературных данных показывает, что наиболее предпочтительны источники света, у которых цветность и цветопередача объекта выше.

## УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРОЙ ЛОГИЧЕСКОГО АВТОМАТА С ПАМЯТЬЮ

Студент гр.113513 Галдович АН.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня мы имеем достаточно хорошо разработанные теоретические и практические методы синтеза логических схем. Это использование законов булевой алгебры, диаграмм Вейча, карт Карно и других методов, описанных, например, в [1]. Всё сказанное справедливо для статических схем, или схем, независимых от предыдущего состояния, то есть в цепях, не имеющих памяти. Иное дело цифровые автоматы с памятью, или, как их ещё называют, динамические цифровые устройства. Здесь названные ранее методы уже не работают.

Суть предлагаемого метода минимизации динамических схем (их ещё в литературе называют логические автоматы с памятью) в переходе из аппаратной плоскости в программную, затем минимизация и оптимизация алгоритма (на уровне минифреймов), после чего переход обратно, в аппаратную плоскость. Такой подход встречается в преобразовании Лапласа, там присутствует переход от оригинала к изображению, затем минимизация, после чего осуществляется обратный переход, от изображения к оригиналу.

Предлагаемый метод влечёт за собой возможность управления структурой (масштабированием) конечного (логического) автомата. Для этого можно программно управлять структурой в пространстве алгоритмов, а после реконфигурации структуры и выполнять обработку сигналов. Результат - в каждом такте сигналы (данные) обрабатываются на оптимальной структуре. Кроме этого, следует учесть ещё один аспект: данные не перемещаются, например, из регистра в регистр, а находятся в одном месте, там, куда их изначально разместили. Изменяется структура, которая производит их обработку. Следствие этого - повышение надёжности работы такого конечного автомата, так как большинство искажений информации в устройствах такого типа является следствием некорректной передачи данных.

### Литература

1. Гутников, В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах / В.С. Гутников – Л: Энергия. Ленингр. Отделение, 1980. – 248 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНАШИВАНИЯ ФРИКЦИОННОЙ ПАРЫ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ**

Студентка гр. ПН-71 Горбатюк О.О.(магистрант)  
Д-р техн. наук., профессор Антонюк В.С.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Пьезоэлектрические двигатели широко применяются в различных областях приборостроения, системах нанопозиционирования, микро- и наноэлектромеханических системах. Основной проблемой использования таких высокоточных двигателей является ограниченность их технического ресурса.

Причиной недолговечности работы пьезоэлектрического двигателя является быстрый износ рабочих поверхностей ротора и толкателей осциллятора за счет интенсивного трения.

Целью работы является исследования износа фрикционной пары пьезоэлектрического двигателя при воздействии ультразвуковых колебаний.

Для изучения природы износа рабочих поверхностей фрикционной пары разработана методика исследований и создан экспериментальный стенд. При этом исследования проводили при неработающем двигателе, установив его на испытательный стенд и при работающем двигателе (наличии ультразвуковых колебаний).

При неработающем двигателе основным видом износа является абразивный, а при наличии ультразвуковых колебаний возникают дополнительно высокая температура и интенсивные напряжения в поверхностном слое толкателей и ротора.

При проведении исследований фиксировали количество оборотов пьезоэлектрического двигателя, а при достижении определенного количества оборотов регистрировали показания момента самоторможения двигателя. По полученным данным строили график зависимости момента самоторможения от количества наработанных оборотов. Данная зависимость позволяет судить об интенсивности износа исследуемого двигателя.

Для изучения влияния ультразвуковых колебаний на процесс изнашивания толкателей и ротора проводили аналогичные исследования с включенным двигателем.

Сравнение полученных результатов позволили оценить влияние ультразвуковых колебаний на технический ресурс пьезоэлектрического двигателя.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ФОТОУПРУГОСТИ НАГРУЖЕННЫХ СОСТОЯНИЙ МОДЕЛЕЙ

Учащийся Дембицкий Ю.А.<sup>1</sup>

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

<sup>1</sup>ГУО «Гимназия №41 им. Серебряного В.Х.», Минск

Создание современных технических конструкций (в различных областях техники) требует анализа характера деформаций, возникающих в этих изделиях под действием статической либо ударной нагрузки. Необходимо учитывать не только физико-механические свойства материалов и конструктивные формы рассматриваемых элементов, но и особенности их напряженного состояния. Это позволяет определять надежность и устойчивость исследуемых конструкций к деформациям. Однако большинство технически важных материалов непрозрачно, поэтому в последнее время получает распространение оптический метод исследования напряжений на моделях из прозрачных материалов, основанный на явлении фотоупругости. Фотоупругость – возникновение оптической анизотропии и связанного с ней двойного лучепреломления в первоначально изотропных твердых телах под действием механических нагрузок (напряжений). Регистрация искусственной анизотропии является очень чувствительным методом наблюдения напряжений, возникающих в прозрачных моделях. Целью данной работы являются разработка на основе явления фотоупругости устройства для визуализации и анализа деформаций, возникающих под действием нагрузки в исследуемых образцах, моделирующих различные элементы строительных конструкций. Метод фотоупругости позволяет получить наглядную картину распределения напряжений в этих элементах при их растяжении-сжатии, изгибе, при наличии в них отверстий, трещин и других дефектов. Особое внимание в работе уделялось анализу деформаций составных моделей, для которых характерно наличие контактных напряжений. Для составных конструкций соответствующая модель характеризуется многосвязным контуром. Контактные напряжения возникают при механическом взаимодействии твердых деформируемых тел на площадках их соприкосновения и вблизи этих площадок. Экспериментально показано, что контактное напряжение имеет локальный характер, т.е. быстро убывает при достаточном удалении от места контакта. Распределение наблюдаемого напряжения по площадке контакта и в ее окрестности неравномерно. Знание контактного напряжения необходимо для расчета на прочность инструментов металлообработки, изделий машиностроения, строительных конструкций и т.д.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И НОВЫХ ФОРМ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Студент гр.1131513 Денисов И.Г.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

**Актуальность.** Организация управления с помощью аналоговых управляющих элементов мало эффективна, не обеспечивает заданного качества управления, и потому бесперспективна в эпоху компьютеров и цифрового управления. Рейтинговая десятибалльная система прочно вошла в практику педагогической деятельности, привнося в педагогическую практику простую и доступную цифровую информацию. Возможности цифрового управления качеством учебного процесса в реальном масштабе времени возрастают благодаря использованию математических моделей, инсайдерской информации и облачных технологий.

**Основные результаты.** Решение поставленной задачи достигнуто благодаря декомпозиции проблемы как совокупности задач экспресс-диагностики и задачи управления учебным процессом в реальном масштабе времени. Для решения каждой из задач использовались оптимальные для её решения методы (модель Маркова, лепестковые диаграммы, инсайдерская информация). Накопление статистических данных для разных групп студентов открывает широкие перспективы по выявлению общих законов проектирования учебного процесса с заданными параметрами качества. Очевидно, что приведенные методы и средства позволят реализовать ряд традиционных форм учебных занятий в электронном виде, а так же использовать новые формы, такие как вебинары и другие дистанционные формы обучения [1], которые могут быть реализованы только в цифровом формате.

### Литература

1. Рогальский, Е.С. Использование модели Маркова как инструмента для разработки электронных учебных курсов. «Инновационные образовательные технологии / Е.С. Рогальский – Научно-технический и научно-практический журнал №3(35) 2013 июль-сентябрь, Минский институт управления, г.Минск, 2013, с.92, – с. 34–42.

## ЛИТЬЁ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ НА 3D-ПРИНТЕРЕ

Студент гр.10402212 Дубенец С.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Печать на 3D-принтере - современная технология при изготовлении различных изделий из полимерных материалов, драгоценных металлов и сплавов в ювелирной промышленности, а так же в строительстве для изготовления крепежей и различных держателей.

Суть технологии в следующем. На 3D-принтере печатаются модели для литейных выпловок, которые, в последующем используются для отливки готовых изделий из металла. Использование 3D-печати металлических изделий позволяет снизить расход материала и времени на производство готовых изделий или заготовок. Такой подход к литью наиболее выгодно будет использован в получении изделий из драгоценных металлов (золото, серебро, платина и их сплавы), так как готовые детали имеют малые и сверхмалые размеры и объём используемого металла или сплава. 3D-моделирование очень точно позволяет воспроизвести требуемые размеры и форму детали.

В производстве изделий из драгоценных металлов используется обработка давлением, в частности: прокатка, чеканка, холодная и горячая штамповка. Используются такие виды литья, как: непрерывное литьё, литьё по моделям, литьё под давлением и центробежное литьё. Последнее применяется редко, так как используется для отливки изделий больших размеров.

Сам процесс печати происходит в специально охлаждаемой камере, которая охлаждается по мере поступления туда металла. Заливка происходит сверху вниз, а охлаждение снизу вверх. Металл при этом охлаждается не полностью, это необходимо для получения точной формы и конфигурации отливаемой детали. Слои металла, подаваемый 3D-принтером, охлаждается на три четверти. Затем подаётся следующий слой, который соединяясь с предыдущим, так же охлаждается.

Данный метод литья позволяет снизить затраты на изготовление формовочной смеси и выплавляемой модели. Эксклюзивность технологии определяется в возможности создавать индивидуальные (штучные, не серийные) изделия, что особо ценится в ювелирной промышленности. Метод подойдёт для единичного и мелкосерийного типа производства. Развитие метода потребует разработки специального программного обеспечения. Использование 3D-принтеров уверенно входит в повседневную жизнь современного человека.



## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПЬЕЗОДВИГАТЕЛЯХ ФОРМИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ В МИКРО- И НАНОПРОСТРАНСТВЕ**

Магистрант Зайченко С.В.

Канд. техн. наук, доцент Трасковский В.В.,

канд. физ.-мат. наук, доцент Тараборкин Л.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Для формирования и управления движением в микро- и нанопространстве широко используются пьезодвигатели как линейного, так и вращательного движения.

Основой пьезодвигателя является пьезоэлектрический резонатор, который формирует механические нанокосебания (10...100 нм) в ультразвуковом диапазоне частот (30...200 кГц). Преобразование механических колебаний в направленное движение (вращательное или поступательное) осуществляется с помощью микромеханических устройств, снабженных металлическими подшипниками с микрозазорами. Поскольку ультразвуковая механическая волна имеет большую проникающую способность, то, попадая на подшипник, она переходит в звуковой диапазон частот (за счёт микрозазоров в подшипнике), что в свою очередь приводит к экологически неприемлемому высокочастотному «треску» или «писку», который создаёт значительный дискомфорт в окружающей среде. Поэтому достаточно актуальным представляется задание избавиться от этого эффекта в пьезоэлектрическом двигателе и таким образом расширить возможные области применения пьезоэлектрического двигателя.

В данной работе рассмотрена возможность создания линейного пьезоэлектрического двигателя с линейной направляющей из металла и пластика, что исключает использование линейной металлической шаровой направляющей. В частности, были исследованы линейные направляющие скольжения, пары которых выполнены из материала «сталь 45 – капролон» и «сталь 45 – тефлон». Измеренные значения коэффициента трения в этих направляющих оказались достаточно близкими, составив в случае тефлона 0,10 и в случае капролона – 0,12.

Согласно результатам экспериментов, сила трения в таких направляющих в линейном микродвигателе класса UPM-L6 равнялась приблизительно 1,2 Н, что приемлемо для двигателей этого класса с максимально развиваемой силой порядка 4 Н. Тем самым подтверждена возможность использования направляющих для линейного двигателя, изготовленных из альтернативных материалов.

## **СВЕТОДИОДНАЯ ДИАГНОСТИКА ДЕФЕКТОВ ЦВЕТОВОСПРИЯТИЯ**

Студентка гр.11307112 Зубрицкая Е.А.

Канд. физ.-мат. наук Красовский В.В.

Белорусский национальный технический университет

Благодаря цветовому восприятию человеческого глаза, информация, которую получает человек с помощью зрения, становится многократно богаче по сравнению с черно-белым вариантом. Нарушения же цветоощущения являются противопоказанием для работы в некоторых отраслях промышленности, водителем на всех видах транспорта, службы в некоторых видах войск.

Цветовое зрение обусловлено наличием в сетчатке глаза трех типов фоточувствительных рецепторов – колбочек, каждый из которых отвечает за восприятие одного из трех основных цветов: красного, зеленого и синего. При нормальном функционировании всех трех типов колбочек человек обладает нормальной трихромазией. Если восприятие 3 цветов происходит в аномальной пропорции, то такое отклонение называют аномальной трихромазией. Ее подразделяют на протаномалию, дейтераномалию и тританомалию при аномальном восприятии красного, зеленого или синего цветов соответственно. При этом дополнительно вводят градации по степени снижения восприятия. Если какой-либо один тип колбочек в сетчатке глаза отсутствует полностью, то говорят о дихромазии, которую по вышеуказанному принципу подразделяют на протанопию, дейтеранопию и тританопию. Если человек способен воспринимать только один из основных цветов в силу отсутствия колбочек двух типов, то он страдает монохромазией. О наличии аномальной трихромазии и даже дихромазии человек может и не подозревать, для их выявления используются специальные тестовые цветовые таблицы (таблицы Рабкина). Более детальная диагностика осуществляется при помощи аномалоскопа. В этом приборе одно из двух соседствующих полей освещается источником монохроматического света (например, желтого), а освещение другого поля происходит при смешении потоков двух основных цветов (в данном случае: красного и зеленого). Обследуемый регулирует соотношение между потоками до исчезновения на его взгляд цветовой разницы между полями. По окончательному соотношению судят о наличии и степени аномалии. Мы предлагаем создать качественный портативный аномалоскоп для всего видимого диапазона на основе ярких светодиодов в системах AlGaInP и AlGaInN. Излучение светодиодов обладает достаточной монохроматичностью, у них легко регулируется световой поток, они малогабаритны.

## СОТОВАЯ СВЯЗЬ В БЕЛАРУСИ, 2G, 3G, 4G ...

Студент гр.113613 Карпинович К.Б.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Немаловажную роль в процессе повышения качества и доступности сетевых информационных технологий сыграли коммуникативные возможности привычной телефонной связи, которая была дополнена мобильной телефонной связью, что повлекло в дальнейшем и развитие возможностей сети интернет.

### Справка\*:

- Общее количество абонентов\* сотовой подвижной электросвязи в Беларуси составляет 11,1 млн (за 2013 год увеличилось на 438 тыс.).
- Сотовая связь доступна на 98,4% территории республики, где проживает 99,9% населения.
- Количество базовых станций сетей сотовой связи - 16,8 тыс., из них стандарта UMTS - 5,5 тыс.
- За 2013 год абоненты операторов сотовой связи отправили почти 1,5 млрд исходящих СМС и более 7,7 млн ММС.

\*По состоянию на 1 января 2014 года. Источник: Министерство связи и информатизации.

Для того, что бы оценить и понять насколько, по сегодняшним меркам,



значителен достигнутый в Беларуси уровень, обратимся к рисунку. Очевидно, что в плане технического оснащения, уровень мобильной связи достаточно высокий. Сдерживающими факторами, влияющими на темп развития отрасли, являются достаточно высокие тарифы операторов сотовой связи, невысокий процент топовых моделей смартфонов, поддерживающих

новейшие информационные технологии и уровень жизни населения. Таким образом, можно сделать вывод, что развитие мобильной связи весьма сложная техническая отрасль, зависящая от многих факторов и, от желания и возможностей различных групп участников проекта.

По материалам <http://www.belta.by/ru/infographica?id=1582>

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА РАЗЛИЧНОГО ТИПА**

Студенты гр. 113111 Кипарин А.И., Самусенко А.А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Значительный интерес вызывают вопросы, связанные с формированием оптического излучения. Полупроводниковые источники в настоящее время не только являются базовыми элементами оптоэлектроники, но и активно заменяют традиционные осветительные приборы на основе ламп накаливания. Поэтому представляется полезным проведение сравнительного анализа основных свойств излучателей света различного типа (светодиодные сборки, энергосберегающие лампы и стандартные лампы накаливания). В работе исследуются вольт-амперные, вольт-яркостные частотно-яркостные характеристики используемых излучателей, а также спектральные параметры излучения. Был собран макет лабораторной установки на базе монохроматора УМ-2 с изготовленной фотоэлектронной приставкой и многофункционального блока питания. Проводится экспериментальное сравнение спектральных характеристик излучения, формируемого исследуемыми источниками. Спектральные измерения показывают существенное различие между тепловым излучением и люминесцентным световым потоком. Излучение лампы накаливания характеризуется непрерывным широким спектром (если ограничиваться видимым диапазоном,  $\Delta\lambda \sim 400...720$  нм). Для других типов осветителей спектры излучения имеют несколько достаточно узких максимумов, спектральное положение и интенсивность которых зависят от типа люминофора. Важным отличием светодиодных осветителей от ламп накаливания являются кинетические характеристики их свечения. Осциллографическая регистрация излучения показывает, что лампа накаливания светит непрерывно, а светодиодный осветитель испускает свет импульсами, частота следования которых определяется встроенным в схему контроллером. Такое импульсное возбуждение обусловлено стремлением изготовителей продлить срок службы осветителей данного типа и оптимизировать их тепловой режим работы. В энергосберегающих (газоразрядных) лампах возбуждение фотолюминофора осуществляется разрядами в парах ртути, заполняющих лампу, поэтому свечение носит характер хаотичного набора вспышек и так же не является непрерывным.

Полученные результаты могут быть использованы при анализе возможных ограничений применения исследуемых источников света с позиций фотобиологической безопасности.

**ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХТВЁРДЫХ, ИЗНОСОСТОЙКИХ,  
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ, КОМПОЗИЦИОННЫХ  
ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ТЕНАРНЫХ НИТРИДОВ Ti-Zr-N  
В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

Студенты факультета радиофизики и компьютерных технологий  
Климович И.М., Пилько В.В.  
Белорусский государственный университет

Современные методики исследований и условия эксплуатации оборудования ставят перед приборостроением очень непростые задачи. В частности, высокие требования предъявляются к износостойкости, малому коэффициенту трения подвижных узлов любого оборудования. Одним из способов её решения является реактивное магнетронное нанесение широкого спектра упрочняющих покрытий на основе нитридов переходных металлов. В рамках этой работы мы исследовали состав, структуру и трибомеханические свойства покрытий полученных магнетронным распылением композиционных мишеней содержащих Ti-Zr-Si 36/56/8 ат.% и 56/36/8 ат.% соответственно. Нанесение проводилось в трёх режимах, соответствующих недостатку избытку и стехиометрическому содержанию азота в покрытии. Полученные покрытия исследовались рядом методик, позволяющих определить их состав, структуру и основные трибомеханические свойства. Методикой POP определены количественный состав компонент в покрытии и их распределение по глубине, оценена однородность нанесённых плёнок по толщине и установлена толщина нанесённых покрытий, которая составила от 1,5 до 2,5 мкм в приближении средней объёмной плотности всех фаз входящих в покрытие  $6 \cdot 10^{22}$  ат/см<sup>3</sup>. Просвечивающей электронной микроскопией определена структура и распределение нанокристаллической фазы по размерам. Расчёт дифракционных картин и обработка темнопольных изображений, полученных от покрытий, выявил зависимость фазового состава покрытия и размера нанокристаллов от давления реактивного газа. По дифракционным картинам было установлено наличие ультрадисперсной (аморфной) фазы, которая проявляется в виде диффузионного гало. Образцы в виде подложек из сплава ВК20 с нанесённым на них покрытием подвергались испытанию вдавливанием индентора Виккерса при нагрузках 10; 25; 50 и 100 гр. Значения твёрдости покрытий составили от 11 до 31 ГПа в зависимости от давления реактивного газа в камере. Для определения коэффициента трения и износостойкости нами был использован комплекс приборов для исследования трибологических характеристик нанопокровтий, изготовленный в НИИ ПФП. Результаты исследований показали уменьшение коэффициента трения в два раза по сравнению с нержавеющей сталью, значение износа уменьшилось на порядок.

## РЕАКТИВНОЕ МАГНЕТРОННОЕ НАНЕСЕНИЕ ТВЕРДЫХ НАНОКОМПОЗИТНЫХ ПОКРЫТИЙ TiAlN С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ

Студенты ф-та РФИКТ Климович И.М., Пилько В.В., Романов И. А.  
Ст. преп. Зайков В.А.

Белорусский государственный университет

В настоящей работе контроль и управление процессом реактивного магнетронного нанесения нанокomпозитных покрытий TiAlN в смеси рабочих газов Ar/N<sub>2</sub> проводили с помощью спектрального прибора управления [1]. В качестве параметра контроля выбрана интенсивность атомарной спектральной линии титана Ti 506,4 нм.

В работе предложена методика контролируемого реактивного магнетронного нанесения с предварительной очисткой изделий ионным источником “Радикал” в едином технологическом цикле. Оптимальные режимы ионного травления находятся в диапазоне давлений от  $6,5 \cdot 10^{-2}$  до  $8,7 \cdot 10^{-2}$  Па. С ростом напряжения разряда в пределах от 2,5 до 4,0 кВ ток изменяется в диапазоне 30÷45 мА.

Нанокomпозитные покрытия TiAlN получали распылением мишени TiAl следующего состава Ti-60 ат. %/Al-40 ат. %, изготовленной методом взрывного прессования. Мощность разряда -  $0,2 \div 0,5$  кВт, ток разряда -  $0,60 \div 0,61$  А, суммарное давление рабочего газа -  $0,4 \div 0,5$  Па. Расход азота регулировался с помощью вибронакателя под управлением прибора спектрального контроля.

С помощью резерфордского обратного рассеяния обнаружено, что в результате нанесения получается однородная по составу плёнка. Толщина плёнки - порядка 120 нм в приближении средней объёмной плотности всех соединений, входящих в её состав  $6 \cdot 10^{22}$  ат/см<sup>3</sup>.

Методами просвечивающей электронной микроскопии установлено, что покрытия являются наноструктурированными с размером зерна от 4 до 12 нм.

Микротвердость измерялась методом индентирования на подложках из нержавеющей стали 12Х18Н9Т с покрытием TiAlN. Максимальное значение микротвердости на лучших образцах равно 19,5 ГПа

### Литература

1. Бурмаков, А.П. Контроллер расходов газов для процессов нанесения плёнок сложного состава / А.П. Бурмаков, В.Н. Кулешов. // Электроника. – 2006. – №5. – С. 59 - 60.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПТИЧЕСКИХ СХЕМ ПРИВОДОВ СЪЕМНЫХ НОСИТЕЛЕЙ**

Учащийся Ковалевский В.О.<sup>1</sup>

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

<sup>1</sup>ГУО «Гимназия №41 им. Серебряного В.Х.», Минск

Плотность записанной информации, т.е. объем информации, приходящейся на единицу площади носителя – одна из главных характеристик запоминающего устройства. Для оптических систем записи информации принципиальным ограничением плотности записи на поверхности оптического диска является дифракционный предел, обусловленный волновой природой света и определяющий минимальный размер пятна в фокусе записывающей/считывающей оптической системы. Поиск новых решений увеличения информационной плотности записи информации ведется в области голографии. Голографическая обработка является одним из наиболее перспективных направлений создания высокоэффективных систем записи и хранения информации на съемном (компакт) носителе.

Целью настоящей работы является моделирование оптической схемы голографической записи/считывания цифровой информации на компакт-носитель: проведение анализа наиболее общих принципов построения схем оптической и голографической записи информации на компакт-носитель и моделирование канала голографической обработки.

В работе основное внимание уделялось совместимости каналов записи, считывания и позиционирования, которые имеют общие оптические элементы. Частично данную проблему решают схемы коллинеарной и коаксиальной голографической записи/считывания. Предлагается заменить зеркальную систему формирования канала записи/считывания более устойчивой призмной системой. При этом возникает возможность наиболее полно использовать принцип организации и отдельные элементы схемы приводов оптических дисков. Необходимо отметить, что в рассматриваемых схемах информационный и опорный лучи распространяются по одному направлению. Поэтому в макете используется оптическая развязка этих лучей по поляризации: плоскости поляризации опорного и информационного лучей располагаются под углом в  $90^0$  относительно друг друга. Процесс голографической записи моделировался наблюдением интерференционной картины в зоне совмещения сформированных лучей. Наибольшей помехозащищенностью характеризуется коллинеарная система, но необходимость поляризационной развязки лучей усложняет схему записи.

## **МЕХАНИЗМ ЦВЕТОВОГО ЗРЕНИЯ И КОЭФФИЦИЕНТ ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

Студентка гр.11307112 Корытко А.Г.

Канд. физ.-мат. наук Красовский В.В.

Белорусский национальный технический университет

Цели энергосбережения диктуют отказ от ламп накаливания с их заменой на энергосберегающие люминесцентные лампы и с опережающими темпами (благодаря ряду преимуществ) на светоизлучающие диоды. Однако, не достаточно получить требуемый уровень освещенности при низких энергетических затратах, нужно также обеспечить соответствующее качество света, т.е. важен спектральный состав излучения. Поэтому наряду с такими параметрами как потребляемая мощность, светоотдача, цветовая температура осветительные устройства характеризуются индексом цветопередачи (CRI – color rendering index).

Матрицей фотоприемников в оптической системе глаза является сетчатка, включающая рецепторы палочки и колбочки. Палочки обладают значительно большей чувствительностью и обеспечивают зрение при низкой освещенности, но палочковый механизм зрения имеет низкое пространственное разрешение и не участвует в цветопередаче. Палочки расположены преимущественно на периферии сетчатки. Колбочки находятся в центральной части сетчатки, они обеспечивают высокое пространственное разрешение и с ними связан механизм передачи цвета. Человеческий глаз содержит три типа колбочек, ответственных за восприятие трех основных цветов: красного, зеленого и синего. В результате смешения в определенных пропорциях этих цветов получается все воспринимаемое человеком цветное многообразие.

Цвет определяется спектром излучения светящихся объектов или же спектром отражения несамосветящихся. В последнем случае критичен спектр источника освещения. Для целей количественного описания качества цветопередачи осветителя и вводят параметр CRI (или то же  $R_a$ ), разработанный Международной комиссией по освещению (МКО). Он отражает различия в воспроизведении восьми стандартных пастельных тонов при освещении тестируемым источником и эталонным. В качестве эталона принят дневной свет ( $R_a = 100\%$ ). Соответствующие методики определения CRI были разработаны в 60 – 70-е годы 20-го столетия, однако сегодня их нельзя отнести к рангу стандартных, так как с возникновением светодиодного освещения возник ряд противоречий в их использовании. В настоящее время ведется усовершенствование и стандартизация методик, предложен ряд других индексов.



## ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ ПЕРВИЧНЫХ СВЕТОДИОДНЫХ ЛИНЗ

Студент гр. 10301212 Кот П.И.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д.С.

Белорусский национальный технический университет

Для оценки и прогнозирования степени деградации светоизлучающих диодов (СИД) необходимо учитывать возможное ухудшение параметров не только кристалла СИД, но и первичной оптической линзы, непосредственно прилегающей к кристаллу СИД. Для этого необходимо знать характеристики материалов, из которых изготавливаются эти линзы, и уметь оценивать на них влияние различных факторов. Был проведен поиск характеристик материалов СИД, и некоторые из них приведены в данной работе. Первоначально основным материалом для изготовления линз являлся полиметилметакрилат (ПММА, поликарбонат, органическое стекло). ПММА имеет хорошую прозрачность, но с появлением мощных СИД оказалось, что термическое воздействие светодиодов на оптику приводит к быстрой оптической деградации ПММА. Был найден термоустойчивый материал. Таким материалом является силикон. Силикон представляет собой пластик, в котором цепочки углерода заменены на цепочки кремния. Благодаря этому, силикон способен выдерживать нагрев до 300 °С, при этом – не терять прозрачности. По показателям преломления и поглощения [1] и известной формуле Бера были рассчитаны коэффициенты пропускания на границе воздух-материал. Эти данные в зависимости от длины волны приведены на рисунке 1 для ПММА и двух видов силиконов. На рисунке 2 представлена зависимость коэффициента поглощения от длины волны для этих материалов.

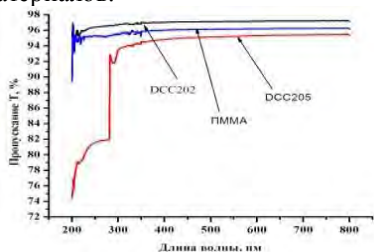


Рисунок 1.

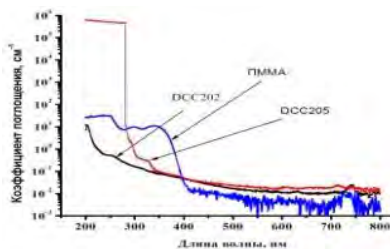


Рисунок 2.

### Литература

1. 34th IEEE Photovoltaic Specialist Conference, Philadelphia, 2009. – P. 544–549.

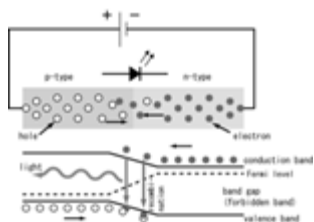
## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИК-СВЕТОДИОДОВ

Студенты гр. 11301113 Кошель Е.В., Святский А.Н.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Широкое внедрение устройств оптоэлектроники в различных областях техники стимулировало разработку и совершенствование ее элементной базы. Светоизлучающий полупроводниковый диод (LED) является основным базовым источником оптического излучения в оптоэлектронике. Данный прибор представляет собой включенный в прямом направлении р-п-переход, в котором происходит рекомбинация электронов и дырок (рис.1), часть этих рекомбинаций происходит с излучением. Длина волны, на которой излучаются фотоны, зависит от материала, образующего р-п-переход. Наиболее высокий квантовый выход наблюдается у светодиодов,



излучающих в инфракрасном диапазоне ( $\lambda > 760$  нм), в которых используются GaAs либо AlGaAs. Необходимо отметить, что инфракрасные светодиоды излучают вне диапазона видимого света, поэтому их характеристики не могут быть измерены в световых фотометрических единицах.

Целью данной работы является исследование рабочих режимов ИК-светодиодов, используемых в системах дистанционного управления и зондирования. В процессе выполнения работы решались следующие задачи: изучение конструкции и процессов формирования излучения исследуемыми структурами, создание экспериментальной установки и разработка методики определения частотно-временных и энергетических параметров регистрируемого излучения, исследование особенностей распространения ИК-излучения в открытом канале и взаимодействие (отражение и прохождение) его с различными средами.

В работе использовались отдельные образцы ИК-светодиодов различных изготовителей и также сборки на их основе. Для управления режимом работы светодиодов применялись источники постоянного и импульсного напряжения. Регистрация оптического излучения осуществлялась по осциллографической методике. Были получены вольт-амперные характеристики, ампер-яркостные и частотно-яркостные зависимости излучения исследуемых диодов. Особое внимание уделялось определению пространственных параметров излучения и особенностям его отражения от сред с различной структурой поверхности.

## ВЛИЯНИЕ ДЕГРАДАЦИИ РАССЕЙВАТЕЛЕЙ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ, ОБЛУЧЕННЫХ БЫСТРЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ, НА СПЕКТР ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

Студентка гр.119831 Кугаро Е.А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Бумай Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе исследовано влияние облучения быстрыми электронами (4 МэВ, флюенс  $D = 1.2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$ ) на оптические свойства ультрафиолетовых (УФ) и зеленых светоизлучающих диодов (СИД)  $\text{HeI}\alpha$  на основе нитридов (мощностью 1 Вт). Установлено влияние деградации линзы - рассеивателя на спектр электролюминесценции данных СИД.

В спектрах электролюминесценции УФ СИД наблюдаются две полосы. Одна из них, с максимумом в интервале 3,08–3,09 эВ, принадлежит основному УФ излучению СИД. В кристаллах без рассеивателя интенсивность этой полосы возрастает в  $\sim 170$ – $190$  раз. Это значит, что УФ излучение эффективно поглощается материалом рассеивателя. Низкоэнергетическая широкая вторая полоса в спектре СИД без рассеивателя обусловлена дефектами структуры кристалла не имеет максимума. Она известна в СИД на основе нитридов как «желтая дефектная полоса». В СИД с рассеивателем интенсивность полосы в этой области спектра возрастает приблизительно в два раза и имеет хорошо заметный максимум вблизи  $\sim 2,0$  эВ. Это связано с дополнительной фотолюминесценцией в этой спектральной области радиационных дефектов материала рассеивателя, возбуждаемых УФ излучением кристалла СИД. Необходимо отметить также, что из-за наличия полосы связанной с дефектами свечение УФ СИД становится близким к свечению белого, т.е. сильно изменяются цветовые координаты.

В спектрах зеленых СИД наблюдается одна полоса с максимумом в интервале 2,32–2,37 эВ, принадлежащая основному излучению. Отсутствие рассеивателя приводит лишь к небольшому ( $\sim 1,5$ – $2$  раза) возрастанию интенсивности излучения в максимуме. Это значит, что повреждение рассеивателя не сказывается существенным образом на эффективности излучения зеленого СИД, т.е. излучение кристалла зеленого СИД не возбуждает люминесценцию радиационных дефектов материала рассеивателя. Необходимо также отметить, что «дефектная желтая полоса» кристалла лежит в области, близкой к основному излучению данного СИД, и ее вклад в цветовое восприятие свечения практически не заметен, в отличие от ультрафиолетового или синего СИД.

## ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРИБОР LABVIEW ДЛЯ ВИБРО- АКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Студент гр.ПГ-92 (магистрант) Кузнецов А.В.

Ст. преп. Сопилка Ю.В.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В среде проектирования LabView разработан виртуальный прибор для обработки диагностической информации в задачах виброакустической диагностики авиационных газотурбинных двигателей.

Для идентификации возможной локальной нестационарности в измеряемом сигнале, которая может быть обусловлена наличием повреждения объекта диагностики, а также для обработки существенно нестационарных сигналов на нестационарных режимах эксплуатации двигателей, целесообразно использовать методы зависящего от времени спектрального анализа, основанные на распределении Вигнера – Вилла.

Для данного распределения характерным является зависимость автокорреляционной функции сигнала  $x(t)$  от времени:

$$r_2(t, \tau) = x\left(t + \frac{\tau}{2}\right)x^*\left(t - \frac{\tau}{2}\right),$$

а частотно-временной спектр Вигнера-Вилла первого порядка определяется путём преобразования Фурье автокорреляционной функции:

$$W_2(t, f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x\left(t + \frac{\tau}{2}\right)x^*\left(t - \frac{\tau}{2}\right)e^{-j2\pi f\tau} d\tau,$$

где \* - знак комплексного сопряжения.

Методы частотно-временного анализа первого и высших порядков, позволяют существенно увеличить разрешающую способность анализа во временной области при сохранении высокого частотного разделения.

Проведено моделирование и частотно-временной анализ виброакустических сигналов, излучаемых моделями лопаток рабочих колёс без повреждения и с трещинообразным повреждением при нестационарном вибрационном возмущении. Использование частотно-временных преобразований Вигнера третьего порядка вдвое повышает чувствительность диагностических признаков к зарождению и начальному развитию повреждения по сравнению с преобразованием первого порядка.

Повышение порядка частотно-временных преобразований Вигнера способствует подавлению составляющих частотно-временных спектров обусловленных действием аддитивной гауссовской помехи.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ КОББА-ДУГЛАСА

Студент гр.113612 Ладутько М.М.

Канд. техн. наук, доцент Бокуть Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Производственная функция выражает зависимость между величиной выпуска продукции и переменными величины затрат (ресурсов, факторов производства). На практике при моделировании реальных производств чаще всего используют два вида производственных функций: линейную и Кобба - Дугласа. Производственная функция Кобба - Дугласа имеет вид:  $y = \alpha_0 x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2}$ , где  $\alpha_1, \alpha_2 \in (0,1)$ . Сумма этих коэффициентов отражает эффект одновременного пропорционального увеличения объема как ресурсов труда, так и производственных фондов.

Средняя производительность труда показывает, сколько единиц выпускаемой продукции приходится на единицу затрачиваемого труда. Предельная производительность труда показывает, сколько дополнительных единиц продукции приносит дополнительная единица затраченного труда.

Для производственной функции Кобба - Дугласа предельная производительность труда всегда ниже средней производительности.

Наряду с вычислением абсолютного прироста продукции на единицу прироста затрат можно определить показатель, характеризующий относительный прирост объема производства на единицу относительного увеличения ресурсов труда, т.е. эластичность выпуска продукции по затратам труда. На основе производственной функции Кобба - Дугласа можно рассчитать среднюю и предельную фондоотдачу. Показатель предельной фондоотдачи определяется как частная производная выпуска продукции по объему производственных фондов.

Данная производственная функция позволяет рассчитать потребность в одном из ресурсов при заданном объеме производства и величине другого ресурса, а также исследовать вопросы соотношения, замещения и взаимодействия ресурсов. С помощью производственной функции Кобба - Дугласа может быть описана эволюция в прошлом, поэтому, прогноз, сделанный на ее основе, включает известную долю риска. Однако данная функция продолжает применяться экономистами, исследующими реальные экономические процессы.

В работе построена и исследована математическая модель максимизации выпуска продукции производства при фиксированных затратах, а также модель минимизации издержек производства при заданном объеме производства в EXCEL.

## **КОЭФФИЦИЕНТ ЭЛАСТИЧНОСТИ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ**

Студент гр.113612 Ладыш Я.Л.

Канд. техн. наук, доцент Бокуть Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Часто необходимо знать силу реагирования покупателей и производителей в ответ на изменения спроса и предложения. Для ответа на этот вопрос используется понятие эластичности. Эластичность – относительное изменение одной переменной в ответ на относительное изменение другой переменной, которое характеризуется коэффициентом эластичности ( $K_d$ ). Он показывает процентное изменение объема спроса (предложения), которое последует после однопроцентного изменения, например, цены данного товара. Коэффициент эластичности может быть равным единице, меньше или больше ее, отражая, соответственно, единичную, низкую или высокую эластичность.

Все возможные характеристики эластичности спроса по цене можно изобразить графически – чем круче наклон кривой спроса к оси абсцисс, тем неэластичнее спрос. Практическая значимость знания эластичности спроса по цене проявляется в возможности определить изменение выручки или общего дохода продавца. Так, например, при  $K_d$  меньше единицы снижение цены на такой товар приведет к уменьшению общего дохода от его реализации, а при  $K_d$  больше единицы снижение цены приведет к увеличению общего дохода за счет относительного увеличения объема продаж.

Эластичность спроса по доходу характеризует степень изменения величины спроса в ответ на изменение дохода потребителя. Эластичность предложения рассчитывается аналогично эластичности спроса по цене. Важнейшим фактором, влияющим на эластичность предложения, является время. Время необходимо производителям для соответствующего перераспределения ресурсов, необходимых для производства данного товара, для урегулирования отношений с поставщиками ресурсов, зафиксированных в заключенных между ними договорах. Чем продолжительнее период времени, тем выше возможность для изменения объемов производства, а значит и выше эластичность предложения. На этом основании проводится различие между мгновенным, краткосрочным и долговременным периодами.

Важное значение в экономической теории отводится также перекрестному коэффициенту эластичности спроса и коэффициенту эластичности замещения.

В работе решены задачи нахождения эластичности спроса по цене при заданной функции спроса и заданном уравнении спроса.

## ДАТЧИКИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОСНОВЕ ГЕРКОНОВ

Учащийся Литвинко Д.С.<sup>1</sup>

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

<sup>1</sup>ГУО «Гимназия №41 им. Серебряного В.Х.», Минск

Актуальность работы. Коммутационные устройства широко применяются в различной электрической и радиотехнической аппаратуре. С целью улучшения эксплуатационных свойств, прежде всего срока службы и надежности соединения и были разработаны магнитоуправляемые герметизированные контакты получившие название герконы. Разработка новых демонстрационных приборов и новых принципов обнаружения и определения пространственных характеристик магнитных полей является задачей актуальной и представляет интерес для научного и практического применения. Например, при изучении темы «Магнетизм» все еще используется метод обнаружения магнитных полей с помощью магнитных стрелок либо железных опилок.

Цель работы: Разработка и сравнительное исследование экспериментальных методов обнаружения магнитных полей датчиками на основе герконов.

Решаемые задачи: разработать методику исследования и собрать экспериментальную установку для обнаружения магнитного поля на основе разрабатываемых датчиков; провести сравнительный анализ различных способов обнаружения магнитного поля.

Экспериментальная установка и результаты опытов. В работе использовались постоянные магниты различной геометрии и датчиков на основе герконов. Подробно экспериментально исследованы особенности работы герконов в различных магнитных полях: получены пространственные зависимости магниточувствительности разрабатываемых датчиков, изучены их частотно-временные характеристики переключения.

Показано, что на фронтах импульса переключения возникают 'дребезги', общей длительностью  $\sim 10^{-4} - 10^{-5}$  с, что ограничивает частотный диапазон применения таких датчиков до 10 кГц. Разработанные схемы характеризуются высокой чувствительностью и могут использоваться как качественные демонстрационные пособия. Для сравнительного анализа исследуемых датчиков в работе использовались классические методы, основанные на применении феррочастиц (восстановленное железо  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

## **ПРОБЛЕМА РАЗРУШЕНИЯ ГОРНОЙ СКАЛЫ «ЛАСТОЧКИНОГО ГНЕЗДА» И МЕТОДЫ ЕЁ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Студент группы ПГ-01 (бакалавр) Луцив Т.В.

Ассистент Лакоза С.Л.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

На сегодняшний день стало актуальным решение проблемы связанной с разрушением скальной породы, на которой находится замок «Ласточкино гнездо». Наибольшей сложностью является то, что скала не является единым монолитом, она разбита на несколько отсеков скального образования.

Замок «Ласточкино гнездо» является историческим и архитектурным памятником Украины. Без немедленного инженерного вмешательства памятник может потерять свой уникальный вид или полностью разрушиться. Поэтому решение данной проблемы является неотложным.

Основным источником возникновения опасности может стать высокая сейсмическая активность, вызванная движением тектонических плит, разлом которых находится под данной архитектурной достопримечательностью. Также представляет опасность высокая ударная сила волн о скалу. Мощность таких волн при шторме составляет около 100 МВт.

В общем, нарушения горных пород характеризуются следующими факторами [1]: повышенная трещиноватость пород, обуславливает изменение структурных и физических свойств пород с изменением литогенетического типа пород в слое.

Основными источниками информации о сейсмической активности, движении скальных пород и о действии волн являются данные инклинометрии и виброизмерений. Для исследования вибрации и решения задач, связанных с защитой такого рода объектов применяются следующие методы [2]: 1) Проведение теоретических исследований, которые включают в себя вывод математических зависимостей спектров вибраций. 2) Разработка математических моделей источников вибраций и методов идентификации их параметров. 3) Проведение экспериментальных исследований вибрационных характеристик на участках представляющих опасность. 4) Разработка инженерных решений по снижению уровня излученной вибрации до нормативных значений.

### **Литература**

1. Степанов, В.Я. Механика горных склонов / В.Я. Степанов Бишкек: 1992. – 192 с.
2. Соболев, Г.А. Воздействия вибрации на процесс разрушения и акустический режим в модели разломной зоны / Соболев Г.А., Пономарев А.В. // Вулканология и сейсмология. 1997. – С. 51 – 57



## **МАКЕТИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ АКУСТИЧЕСКИХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ**

Студент гр. 11301113 Лысяк А.Д.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Извещатели (датчики) разбития стекла – устройства, предназначенные для обнаружения повреждения стекол и генерации сигнала тревоги. Такие извещатели предотвращают несанкционированные проникновения в зону ограниченного доступа, за счет предупреждения о механическом воздействии на стекла помещения. Датчики могут работать на обнаружение механического нарушения целостности стекла (электроконтактные) или на обнаружение механических колебаний, характерных для повреждения стекла (ударно-контактные, пьезоэлектрические и акустические датчики). Наиболее универсальными и эффективными приборами являются акустические извещатели разбития стекла (АИРС), обеспечивающие высокую точность обнаружения. При этом диапазон используемых для анализа звуковых частот, как правило, располагается в слышимой человеком области. Алгоритм действия звуковых датчиков следующий: встроенный микрофон преобразует звук разбития стекла в электрический сигнал - электронная схема осуществляет обработку и анализ этого сигнала - исполнительное устройство формирует сигнал тревоги и иные служебные сигналы. В работе проведено исследование основных параметров акустического датчика. Для макетирования и исследования работы АИРС был собран имитатор разрушения стекла, формирующий высокочастотный ( $\sim 10^4$  Гц) и низкочастотный (до  $10^2$  Гц) акустические сигналы. АИРС работает по принципу выделения из звукового диапазона частот тех частот, которые характерны при разбивании стекла. Основное внимание в данной работе уделялось определению частотных характеристик и дальности действия исследуемого образца, его помехозащищенности, диапазона рабочих параметров питания. Двухканальная обработка звукового сигнала обусловлена тем, что высокочастотный звук разбития стекла является хотя и достаточно характерным, но все же вторичным. На первом этапе при разрушающем ударе по стеклу происходит небольшой прогиб стеклянного полотна и его вибрация, в результате которой возникают низкочастотные звуковые колебания в диапазоне от единиц до сотен Гц. В этот момент в стекле возникает внутреннее напряжение. Если оно превышает критический уровень, то происходит разлом материала, сопровождающийся образованием и распространением трещин, что порождает характерный высокочастотный звук разбития стекла.

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА МЕТОДОМ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ**

Студент гр. ПБ-82м Маслюк Е.А.

Д-р техн. наук, профессор Антонюк В.С.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Современное медицинское диагностическое оборудование позволяет исследовать работу и состояние каждого органа организма человека. Прогресс в области диагностики делает возможным увидеть человеку то, что нельзя увидеть невооруженным глазом, а именно поля (биополя) вокруг человека, которые он генерирует.

Существует большое многообразие видов и способов диагностики биополя человека, однако метод газоразрядной визуализации (ГРВ) является одним из эффективных и удобных. Метод ГРВ позволяет быстро, безвредно и наглядно оценить общее состояние здоровья человека.

Диагностирование биополя человека выполнялось с помощью телевизионной системы «Стимер». Математическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью специального программного обеспечения «GDV Explorer 2006», которое позволяет отследить патологические изменения в биополе человека. Однако проведенные исследования показали, что существует вероятность ошибочной диагностики, которая связана со сложностью компьютерной интерпретации полученных данных при воздействии различных факторов внешней среды на организм человека, из-за неточного размещения биологического объекта на диэлектрике прибора и т.д.

Корректная интерпретация информации об физиологическом состоянии человека методом ГРВ должна учитывать проблемы при фиксировании параметров биополя человека, а также при математической обработке полученных данных.

Для того, чтобы интерпретация была корректной необходимо решить проблему точного центрирования биологического объекта (пальцев рук человека). Это можно решить путем нанесения дополнительных меток на диэлектрик (прозрачное стекло, на котором размещают биологический объект) прибора. Для получения четких снимков биологического объекта необходимо использовать дополнительные сменные элементы, которые устанавливаются на диэлектрик. Это будет сохранять поверхность диэлектрика чистой и неповрежденной.

Использование предложенных решений для устранения возникающих ошибок при диагностике методом ГРВ позволяет получить корректно интерпретированную информацию о физиологическом состоянии человека.

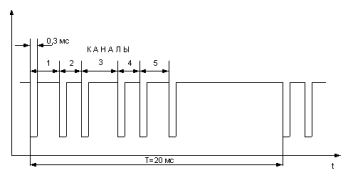
## ПРИНЦИП ФОРМИРОВАНИЯ КОМАНДНОГО СИГНАЛА В СХЕМАХ РАДИОУПРАВЛЯЕМЫХ МОДЕЛЕЙ

Студент гр. 103912 Массальский М.И.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе проведено экспериментальное сравнение основных принципов формирования командных радиоимпульсов, используемых для дистанционного управления мобильными моделями различного назначения. На практике нашли широкое применение методы управления амплитудой и частотой несущей: АМ (Amplitude Modulation) и FM (Frequency Modulation). В радиоуправлении используется только дискретная двухуровневая модуляция. В варианте АМ несущая имеет либо максимальный, либо нулевой уровень. В варианте FM излучается сигнал постоянной амплитуды с частотой  $f$ , либо с чуть смещенной частотой  $f+df$ . Сигнал FM-передатчика напоминает сумму двух сигналов двух АМ передатчиков, работающих в противофазе на частотах  $f$  и  $f+df$ , соответственно. В одинаковых условиях FM-сигнал имеет принципиально большую помехозащищенность, чем АМ сигнал. В настоящее время использование АМ-аппаратуры оправдано только для тех случаев, когда расстояние до модели относительно невелико. В радиоуправлении используется только многоканальная передача информации. Для этого все каналы уплотняются в один посредством кодирования. Для этого используется широтно-импульсная модуляция PPM (Pulse Phase Modulation) и импульсно-кодовая модуляция PCM (Pulse Code Modulation). Рассмотрим типовой PPM-сигнал пятиканальной аппаратуры. PPM-сигнал имеет фиксированный период  $T = 20$  мс, что



достаточно, поскольку скорость реакции пилота на поведение модели намного меньше. Все каналы пронумерованы и передаются по порядку номеров. Значение сигнала в канале определяется величиной временного промежутка между первым и вторым импульсом - для первого канала, между вторым и третьим - для второго канала и т.д. Определено, что диапазон изменения величины временного промежутка при движении джойстика (ручки управления) из одного крайнего положения в другое составляет временной интервал от 1 до 2 мс. Значение  $1,5$  мс соответствует среднему (нейтральному) положению джойстика. Продолжительность межканального импульса составляет около  $0,3$  мс.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА В ЗВУКОВОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

Студент гр.113512 Матюш И.И.

Ст. преп. Кондратьева Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Название кластерный анализ происходит от английского слова cluster – гроздь, скопление. Главное назначение кластерного анализа – разбиение множества исследуемых объектов и признаков на однородные в соответствующем понимании группы или кластеры. В общем, проводится решение задач классификации данных. На следующем этапе в поставленной проблеме выявляются соответствующие структуры. Большое достоинство кластерного анализа состоит в том, что он позволяет производить разбиение объектов не по одному параметру, а по целому набору признаков. Кроме того, кластерный анализ в отличие от большинства математико-статистических методов не накладывает никаких ограничений на вид рассматриваемых объектов, и позволяет рассматривать множество исходных данных практически произвольной природы.

Эффективность и удобство некоторых методов кластерного анализа были подтверждены на примере решения задачи, в которой необходимо выяснить, какие из звукопоглощающих материалов лучше всего справятся с поглощением звука на тех или иных частотах. В качестве данных использовалась таблица звукопоглощающих коэффициентов различных материалов. Для разных диапазонов частот было произведено разбиение данных на кластеры. Получены результаты, из которых можно выделить материалы, имеющие наивысшие интересующие нас показатели.

Проделав этапы решения задачи кластерного анализа, можно отметить, что для получения интересующей информации не всегда можно обойтись одним из возможных методов кластеризации. Не всегда является необходимостью использование разных методов. Сходство полученных результатов решения поставленной задачи говорит о верном выборе меры расстояния в иерархическом кластерном анализе, числа кластеров при решении методом  $k$ -средних, что способствует верному определению группы качественных звукопоглощающих материалов.

## СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Студент гр.113613 Матяш В.А.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Проектирование Центров обработки данных (ЦОД) важная и современная задача, имеющая свою специфику. Около 50% эксплуатационных затрат на содержания ЦОД (центра обработки данных) составляет стоимость потребленной электроэнергии. В типичном ЦОД 50% энергопотребления приходится на ИТ-оборудование, порядка 40% — на систему охлаждения и 10% — на систему бесперебойного электроснабжения

На современном этапе развития технической мысли охлаждать ЦОД можно на одном из трех уровней: компьютерного зала, ряда и стойки. Рассмотрим охлаждение на уровне компьютерного зала (Рис.1):

Потоки охлажденного воздуха в этом случае могут подаваться

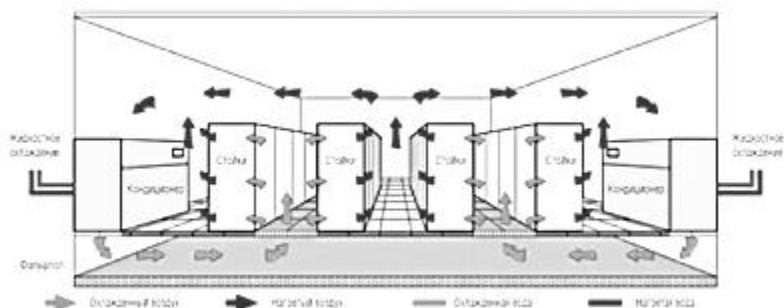


Рис. 1. Схема охлаждения на уровне зала с использованием фальшпола

непосредственно в общее пространство зала либо распределяться в холодные коридоры или адресно, к конкретным стойкам с помощью фальшпола через перфорированные плитки. В первом случае эффективность системы охлаждения, как правило, не превышает 1–3 кВт на стойку. Использование фальшпола увеличивает этот показатель до 5 кВт. Для усиления эффекта в отдельных стойках можно установить специальные вентиляторы, усиливающие ток воздуха в конкретном шкафу. Эффективность такой системы может достигать 8 кВт на стойку.

Анализ потоков воздуха при охлаждении позволяет экономить материальные ресурсы и эффективно развивать современные информационные технологии.

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ OFFSIDE**

Студент гр.11902112 Микитенко А.В.

Канд. физ.-мат. наук Красовский В.В.

Белорусский национальный технический университет

Если система автоматической фиксации гола уже внедрена в практику, то об аналогичной системе регистрации положения «вне игры» в футболе можно встретить лишь отдельные пожелания, высказываемые на футбольных форумах в интернете. Естественно, такая система будет отличаться большей сложностью, поскольку должна отслеживать игровые ситуации по всему полю, а не только в области ворот. В настоящей работе мы попытались сформулировать основные принципы одной из возможных технических реализаций этой системы.

Система реализуется на базе быстродействующего компьютера, в оперативную память которого поступает информация с видеокамер высокого разрешения. Учитывая, что рекомендуемый размер поля составляет  $105 \times 68 \text{ м}^2$ , а современные мониторы имеют разрешение  $2560 \times 1440$  пикселей, получим оценку пространственного разрешения не хуже 5 см. При желании разрешение можно улучшить, используя составной монитор. Причем не обязательно использовать высокое разрешение по всему полю, достаточно детально отслеживать ситуацию в узких полосах на линии мяча и линии офсайда, программно решая эту задачу. Для получения панорамы поля используется не менее четырех видеокамер. Общую картину для большего контраста лучше отражать в черно-белом варианте. Основная идея состоит в использовании еще двух комплектов видеокамер с фотоприемниками, работающими в ближнем ИК-диапазоне. На форму игроков наносится инфракрасная люминесцирующая краска, не видимая зрителям. Для каждой из двух соперничающих команд используется свой вид краски со своей длиной волны излучения  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  соответственно. Перед объективами видеокамер одного дополнительного комплекта устанавливаются полосовые светофильтры, пропускающие излучение с длиной волны  $\lambda_1$  и не пропускающие с  $\lambda_2$ . Для другого комплекта – наоборот. На мяч наносятся оба люминофора. Компьютер совмещает на мониторе картинки, поступающие от разных комплектов видеокамер. При этом решается проблема однозначной автоматической идентификации игроков разных команд и мяча. На мониторе можно отображать игроков разных команд, например, красным и зеленым цветом соответственно. Тогда мяч в силу смешения цветов будет выглядеть желтым. В соответствующем программном обеспечении следует учесть все нюансы правил, касающиеся положения «вне игры». Одновременно с большой точностью можно отследить выход мяча за пределы поля.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫМИ УРАВНЕНИЯМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Студент гр.113512 Мовламов В.Р.

Ст. преп. Кондратьева Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Наметившийся в последнее время прогресс в области многомерного статистического анализа и анализа корреляционных структур, объединенный с новейшими вычислительными алгоритмами, послужил отправной точкой для создания новой, но уже получившей признание, техники Моделирования структурными уравнения (МСР). Эта мощная техника многомерного анализа включает в себя большое количество методов из различных областей статистики. Модуль SEPATH объединил в себе мощное развитие методов многомерного анализа. Множественная регрессия и факторный анализ получили в нем естественное развитие и соединение. Объектом моделирования структурными уравнениями являются сложные системы, внутренняя структура которых не известна. Наблюдая параметры системы при помощи SEPATH, можно исследовать ее структуру, установить причинно-следственные взаимосвязи между элементами системы.

При помощи МСУ можно выделить наиболее требуемую продукцию на ранке экспорта, оценить связь между ценой продукции и экспортом продукции, выделить наиболее требуемую продукцию на рынке экспорта.

В работе исследовались данные, по выпуску и реализации разных марок шин двух заводов РБ за период 2012 и 2013 года. Построив регрессионную модель между зависимой переменной и независимыми переменными, была получена наглядная иллюстрация, насколько адекватно модель описывает ковариационную структуру данных. По результатам итерационного процесса и критерию отбора программный модуль провел только 2 процедуры итерации, в результате процесс сошелся нормально. В дальнейшем, с помощью метода Монте-Карло, было получено подтверждение адекватности построенной структурной модели.

Используя статистические уравнения, можно судить о влиянии выбранной независимой переменной на исследуемый объект, результат, величину. Т.е. можно заранее теоретически рассчитать, каким будет результат в ходе следующего похожего эксперимента. Благодаря автоматизации процесса вычисления с помощью структурных уравнений могут проводиться различные статистические исследования с применением ЭВМ. При этом затрачивается меньше времени и усилий на расчёты, и подвергается анализу большее количество данных.

## ПРОХОЖДЕНИЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Студент гр.ПБ-31м (магистрант) Мошинец Я.О.

Ассистент Симута М.О.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Построение автоматических систем диагностики механообработки (ПМО) по виброакустическому методу, требует определение оптимального виброакустического тракта [1].

Система диагностики, которая включает в себя датчики, которые предназначены для измерения вибрации и преобразования ее в электрический сигнал. На основании анализа которого, принимается решения о годности или негодности ПМО.

Точное измерение виброакустического сигнала зоны резания возможно при условии максимально близкого расположения датчика к зоне резания. Установка датчика на инструменте или детали возможна, в основном, только в лабораторных условиях. Потому что в реальных промышленных условиях возникает ряд трудностей: это доработка инструмента; необходимость переустановки датчика при смене инструмента и исключение его автоматической смены; высокая вероятность повреждения датчика. Все эти условия делают установку датчиков на инструменте затруднительной. Поэтому необходимо определить оптимальное место установки, чтобы сигнал имел наибольшую информативность, но в тоже время, обеспечивая удобство измерения. Необходимо учитывать то, что чем дальше находится датчик от источника сигнала, тем длиннее акустический тракт, по которому проходит сигнал. В этом случае на него больше влияют возмущения, возникающие от работы станка и окружающей среды. К тому же сам акустический тракт меняет свои характеристики вследствие нагревания и расширения частей технологической системы и изменения их взаимодействия во время работы [2]. Это приводит к зашумлению сигнала, что затрудняет его анализ.

Для создания АСТД необходимо построение математической модели прохождения сигналов по акустическому тракту и разработка математического аппарата для его оценки.

### Литература

1. Биргер, И.А. Техническая диагностика: / И.А. Биргер. — М.: «Машиностроение», 1978. — 240 с.
2. Румбешта, В.О. Акустический тракт виброакустической системы технического диагностирования процессов / В.О. Румбешта, М.О. Симута, С.Н. Лычко // Научно-практический журнал «Современная техника и технологии». - <http://technology.snauka.ru/2013/06/2114>.



## СОВРЕМЕННЫЕ ДАТА - ЦЕНТРЫ КАК ПРОИЗВЕДЕНИЯ ИСКУССТВА

Студент гр.113312 Нетецкая Т.Е.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Что для современного человека искусство вообще? Когда вы последний раз посещали музей? Театр? Картинную галерею? Возможно, Вы скажете, что вы слишком заняты для этого. Возможно, что это вас не интересует. Но почему бы не найти себе произведение искусства по душе? Как же это относится к информационным технологиям и к центрам обработки данных (ЦОД) в частности? Первоначально инженеры при проектировании думали только о функциональной стороне. До недавнего времени.

Сейчас стало появляться все больше ЦОД, которые можно назвать произведениями искусства. Почему изменилась концепция проектирования ЦОД? Причины могут быть разные: желание сохранить объект архитектуры или сделать оригинальный маркетинговый ход.



Рисунок 1 – ЦОД в Г.Барселона – памятник архитектуры

Самым необычным месторасположением располагает следующий ЦОД, а точнее - центр суперкомпьютеров Барселоны (Рис.1). Один из них - суперкомпьютер Mare Nostrum. Вам никогда не приходила мысль о ЦОД в часовне? А вот в Испании, в Барселоне есть такой. С 2005 года серверная площадью 120 кв.м. успешно работает в бывшей часовне, где разместился суперкомпьютер, который имеет производительность 94 терафлоп.

Подобные вопросы, при создании ЦОД возникают и в г.Минске. Было бы целесообразно получить средства для сохранения памятников архитектуры, за счёт использования создаваемых современных ЦОД.

## БИБЛИОТЕКА ОБЛАЧНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ КУРСОВ

Студент гр.1131312 Нетецкая Т.Е.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Библиотека облачных приложений для электронных учебных курсов выполняет функции инструмента для создания презентаций и хранилища данных с функциями файлообмена. Пользователям представляется целый спектр сервисных услуг, среди них:

- -Хранение как сервис ("Storage-as-a-Service ") – самая распространённая услуга. Студентам предоставляется место для хранения их персональных файлов;
- - Приложение как сервис ("Application-as-a-Service ") – пользователю предлагается воспользоваться тем или иным программным обеспечением, развернутым на Data-центре электронной библиотеки, а так же и на удаленных серверах;
- - Платформа как сервис ("Platform-as-a-Service ") – клиентам предоставляется интерфейс разработки приложений, с помощью которого они могут создавать собственное программное обеспечение и приложения, а так же пользоваться им, запуская их из облака.

Исходя из этого можно сформулировать задачи, решаемые для достижения поставленной цели:

- Перевод (разработка) в требуемый электронный формат .apk ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ПОД Android - Android Book App Maker – для «Андроид» приложений и РНР - для материалов электронных конспектов;
- Материалы лекций и статей перевести из Power Point и Word требуемый электронный формат (.apk – для «Андроид» приложений и РНР - для материалов электронных конспектов);
- Перевод рукописных материалов – первоначально требуется оцифровать, а затем провести процедуры предыдущего пункта;
- Предусмотреть средства автоматизации, что бы уйти от трудоёмкого процесса программирования (разработка производилась в Android Book App Maker) для проведения перечисленных видов работ.

Заполнение электронной библиотеки – облака контентом - важнейшая задача, которая имеет решение с помощью перевода в электронные форматы материалов лекций, презентаций, электронных конспектов и создания соответствующих облачных приложений.

## УПРАВЛЕНИЕ НЕУСТОЙЧИВОЙ СИСТЕМОЙ НА БАЗЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Магистрант О कोरोков А.И.  
Канд. тех. наук, доцент Мироненко П.С.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В последнее время весьма актуальна задача компьютерного управления поведением механических объектов. Говоря об управлении транспортными средствами, можно представить себе объекты разной сложности – от системы активной подвески автомобиля до автономного транспортного средства.

В данной работе рассмотрена возможность применения методов управления на основе нечеткой логики для гироскопического монорельсового вагона – вагона Шиловского.

Применительно к задаче удержания равновесия движение вагона описывается системой дифференциальных уравнений второго порядка. В целях упрощения анализа динамики модель взята максимально простой [1].

В среде Matlab Simulink разработана модель и получены предварительные результаты исследований поведения системы. Определены и проанализированы недостатки пакета моделирования для целей исследования.

Создан виртуальный прибор в среде Lab View, что позволило провести исследование данной системы в режиме on-line. Эта программа позволяет создавать Install – файлы для запуска программы на любом компьютере, без необходимости установки самой программы, вносить изменения параметров системы в процессе выполнения программы, а так же упрощает процесс физического моделирования из-за совместимости программного обеспечения с электронными микроконтроллерами, созданными непосредственно для Lab View.

Блок нечеткого управления разработан на базе дополнения PID and Fuzzi Logic Toolkit. Применено две входные лингвистические переменные (углы отклонения наружной и внутренней рамок карданового подвеса), одна выходная (сигнал управления датчиком момента) и девять лингвистических правил, которые описывают стратегию управления. Выходные значения сигналов управления вычисляются по методу центраида.

Выбранные параметры системы соответствуют параметрам реального лабораторного образца.

### Литература

1. Лазарев Ю.Ф. Основи теорії чутливих елементів систем орієнтації. /Ю.Ф. Лазарев, П.М. Бондар К., НТУУ "КПІ", 2004.– 644 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Студентка гр.113512 Олехнович Е.В.

Ст. преп. Кондратьева Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Современный пакет STATISTICA позволяет реализовать известные методы статистической обработки и визуализации данных. Частным случаем статистической связи, при которой изменение среднего значения результативного признака обусловлено изменением значений факторного признака, является корреляционная связь.

Корреляционно-регрессионный анализ позволяет количественно измерить тесноту, определить направление связи, установить зависимость результата от факторных признаков. Применение корреляционного анализа возможно при наличии достаточно большой по объему выборочной совокупности, при качественно однородной исследуемой совокупности и подчинении распределения совокупности по результативному признаку. В процессе его применения возможно измерение тесноты связи между результативным и факторным признаком (признаками); оценка параметров уравнения регрессии; определение важнейших факторов, влияющих на результативный признак; прогнозирование возможных значений результативного признака при задаваемых значениях факторных признаков.

В работе были использованы результаты исследования деятельности 23 сельскохозяйственных предприятий Мозырского и Калинковичского агрокомплексов. Проведен анализ факторов, влияющих на урожайность зерновых и зернобобовых культур  $Y$  (в ц/га). Вынесено предположение, что важнейшими из них являются:  $X_1$  – качество пашни (в баллах);  $X_2$  – количество внесенных минеральных удобрений (в кг/га);  $X_3$  – количество внесенных органических удобрений (в т/га);  $X_4$  – качество семян (в тыс. руб. за тонну);  $X_5$  – количество внесенных пестицидов (в л/га).

Для  $Y$  и переменных  $X_i$  построена матрица частных коэффициентов корреляции. Построено линейное уравнение множественной регрессии. Определён коэффициент множественной корреляции и коэффициент детерминации  $R^2$  полученной модели. Проверена адекватность регрессионной модели. Рассчитаны прогнозные значения результата.

В результате выполнения работы были рассмотрены основные алгоритмы статистической обработки данных для получения необходимых характеристик корреляционно-регрессионного анализа.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ С ПРИЛОЖЕНИЯМИ «ANDROID» ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Студент гр.1131613 Петрашко В.В.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Предлагаются электронные обучающие курсы (ЭУК) для приложений, работающих под операционной системой «Android». Что бы уйти от трудоёмкого процесса программирования, разработка производилась в Android Book App Maker [1]. Файл этого приложения размещён в сети интернет и распространяется бесплатно. Разработанное приложение содержит переведенную в требуемый электронный формат (.apk для Android) часть комплекса лабораторных работ по информатике. За основу взяты работы, предлагаемые для выполнения студентам первого курса. Наше приложение имеет интуитивно-понятный визуальный интерфейс, что способствует быстрому нахождению требуемой информации. Таким образом, в структуру ЭУК изначально внедрена *технология быстрого обучения*. Меню имеет удобную навигацию, что позволяет пользователю быстро находить необходимый контент. Количество текстовой информации, представленной в контенте, минимально. Предпочтение отдавалось исключительно образной, то есть визуальной, информации. Ответы на контрольные задания содержат скриншоты, иллюстрирующие ход выполнения работы.

В результате мы получили доступную в использовании (простую) технологию работы с приложениями, которую может применять на практике каждый студент. Достаточно включить мобильное устройство и просмотреть информацию которая вам необходима. Характерно, что использование мобильного устройства (смартфона или планшета) в разы быстрее, чем использование ноутбука. Созданное приложение помогает студентам быстрее освоить информацию, благодаря визуализации контента, быстрого доступа, и тщательно проработанному, удобному и интуитивно-понятному интерфейсу.

### Литература

1. Разработка мобильных приложений под Android. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.appmk.com/android-book-app-maker/index.html> . – Дата доступа: 21/09/2013 17:33.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ СМАРТФОНОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Студент гр.1131512 Позняк Д.О.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время студенты, во время обучения, имеют дело с очень большими объемами различной информации. Тем не менее, им необходимо стремиться к качественному усвоению информации в условиях ограничения бюджета времени и постоянно возрастающих академических нагрузках. Для ускорения восприятия, учебные материалы удобно представить в электронных форматах, расположенных на облачных ресурсах, обеспечивающих *доступ к электронным учебным курсам*, используя смартфоны. Решение задачи видится за счёт:

- Использования многоуровневых технологий представления информации (гипертекста). Это позволяет не просматривать страницы текста до конца, а осуществлять информационный серфинг и навигацию, используя гиперссылки.

- Восприятие информации можно существенно ускорить за счёт переноса основной смысловой нагрузки на видеоконтент и использование образно-сенсорной системы [1]. Именно поэтому широкое распространение получила мнемоника – изображение в виде картинок требуемых действий, например, в различных инструкциях по пользованию.

- Разработка технологий удалённого доступа к data - центру (электронной библиотеке, облаку университета) – *ещё одна координата повышения скорости обработки информации и реализации* электронного обучения.

### Литература

1. Рогальский, Е.С. Роль электронного обучения в формировании современного образовательного пространства/ Инновационные технологии в образовании: монография // Г.В.Яковлева, С.А.Павлова, Е.С.Рогальский [и др.]; под общ. ред. Н.В. Лалетина; Сиб.федер.ун-т; Краснояр.гос. педун-т им.В.П.Астафьева, - Красноярск: ООО «Центр информации», ЦНИ «Монография», 2013.–248 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ ПЕЛЬТЬЕ

Учащийся Прохоров Н.П.<sup>1</sup>

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

<sup>1</sup>ГУО «Гимназия №41 им. Серебряного В.Х.», Минск

Актуальность работы. Модуль Пельтье – это полупроводниковый термоэлектрический преобразователь, принцип действия которого основан на эффекте Пельтье – возникновении разности температур при протекании электрического тока через контакт двух полупроводников с различной проводимостью (р- и n- проводимости) [1]. В зависимости от направления электрического тока через контакт этих полупроводников на нем поглощается, либо выделяется тепловая энергия. Эффект Пельтье в полупроводниках используется для создания охлаждающих устройств. Отличаясь простотой, данный метод охлаждения обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами.

Цель работы: экспериментальное исследование образцов полупроводниковых модулей Пельтье и разработка на их основе макетов “милли” и “микро”-холодильников.

Результаты опытов. В работе исследовалась термоэлектрическая сборка, состоящая из двух модулей Пельтье и заключенного между ними теплопровода, выполненного из медной пластины. На основе данной сборки были собраны макеты охлаждающей камеры (милли-холодильник объемом ~ 0,5 л) и определены их рабочие параметры. Экспериментально получены вольт-амперные характеристики (ВАХ) исследуемых модулей Пельтье, временные зависимости изменения температуры охлаждаемого объема при различных конструкциях и режимов работы исследуемых макетов. На основе двухкаскадного модуля Пельтье собран макет микро-холодильника (охлаждаемая площадка  $2 \times 2 \text{ мм}^2$ ), определены ВАХ каскадного модуля и зависимости изменения температуры от условий питания модулей. В качестве источника питания использовался блок питания Б5-49, напряжение питания не превышало 10 В, значение токов изменялось в диапазоне 0..0,8 А. В условиях проводимых экспериментов получена минимальная температура для микро-холодильника 3 °С (комнатная температура ~ 19,5 °С).

### Литература

1. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие: для вузов: в 5 т. / Д.В. Сивухин. – Т. III: Электричество. – М.: «Физматлит», 2002. – 656 с.

## СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖУЩИХСЯ ЧАСТИЦ ПРИ ФЛОТАЦИОННОЙ ОЧИСТКЕ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД

Бакалаврант Проценко Т.Л.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Тараборкин Л.А.,

канд. техн. наук, доцент Трасковский В.В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Эффективная очистка воды от загрязнителей с гидрофобными свойствами методом флотации возможна лишь при условии жёсткого контроля размеров и скорости движения частиц-загрязнителей. Такой контроль позволяет техническими средствами формировать поток пузырьков воздуха с необходимыми размерами и скоростью всплывания.

В данной работе представлена разработанная авторами «Система определения параметров движущихся частиц при флотационной очистке нефтесодержащих вод» (далее для краткости – Система). Основными компонентами системы являются видеокамера на базе прибора с зарядовой связью (ПЗС) и блок обработки информации. Принцип работы Системы состоит в обработке двух разнесенных между собой видеоизображений, полученных с помощью ПЗС датчиков изображения в режиме реального времени. Полученные видеоданные считываются методом видеопереноса, который обеспечивает высокую чувствительность системы. Окончательная обработка видеоданных возложена на микропроцессор ADSP-BF561 (разработка компаний Analog Devices и Intel, США). Конструктивно Система размещена на аэротенке флотационной установки перпендикулярно к центральной оси аэратора.

С помощью Системы выполнены экспериментальные исследования распределения аэрированных пузырьков воздуха в зависимости от размеров. Исследованный объём жидкости составлял  $1 \text{ дм}^3$ , а диаметр отверстий аэратора –  $4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ . Характеристики других технологических параметров приведены в предыдущей работе авторов [1].

Предложенная система обеспечивает осуществление контроля размеров и скорости всплывания пузырьков воздуха при флотации нефтесодержащих вод, что позволяет корректировать технологические режимы с целью повышения эффективности процесса очистки воды от гидрофобных загрязнителей.

### Литература

1. Трасковский В.В., Тараборкин Л.А. Особенности использования коалесцирующих фильтров в системах флотации // Водочистка. – М: Изддом «Панорама». – 2010. – № 10. – С.49-52.



## РОЛЬ НЕКОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ В ФОРМИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ СОВРЕМЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА

Студент гр.1131513 Разумный А.И.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Говоря о хранении информации, мы всё чаще сталкиваемся с термином «облако». В чём преимущество таких информационных технологий?

**Первое**, это стоимость информационных услуг. Дело в том, что цена лицензионного софта постоянно растёт, повышается и его удельный вес в стоимости разработок систем. Этот лицензионный софт нет необходимости покупать при использовании «облачных технологий», достаточно заплатить лишь за время его использования (например, специальные программы расчета геометрии крыла для летательных аппаратов). Сегодня появилась тенденция хранения данных (информации) на удалённых ресурсах, причём эти ресурсы (серверы, дисковые накопители) не принадлежат тому, кто располагает там свою информацию. Разница в стоимости и здесь весьма ощутима. Однако, итоговый выигрыш от использования «облачных технологий» на этом не заканчивается. Преимущества есть и нематериального плана. На облаке можно располагать персональный контент, например личные документы, книги, фото, видео и другую информацию. Для использования такого персонального контента не нужны даже флеш-карты памяти, доступ к «облачной информации» возможен с помощью мобильного смартфона, смарт - телевизора или проигрывателя «blu-ray», то есть мы имеем доступ к интернет ресурсам, причём независимо от наличия компьютера. Переоценить этот факт трудно, ведь **это совсем иное качество информационного сопровождения человека.**

**Второе**, на что следует обратить внимание, это ответ на вопрос для чего это надо? Если подобными технологиями овладеют наши студенты, это будет весомая заявка на электронное образование [1], e-learning, в частности, и, что ещё более важно, - это закладка фундамента для **создания пространства обучения в течение всей жизни** – (lifelong learning programme –LLP), так как практически все образовательные ресурсы доступны через смарт - хабы и без использования компьютеров.

### Литература

1. Рогальский, Е.С. Роль сетевых технологий в современном обществе / Е.С. Рогальский – Научный журнал «Исследования Наукограда» № 2 (2) апрель–июнь. – 2012. – С. 326 – 331.

## **О БИОЛОГИЧЕСКОМ ДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЕГО В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Студент гр. 11902113 Рубанов М.С.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Маркевич М.И.

Белорусский национальный технический университет

Радиоактивность и ионизирующие излучения существовали на Земле задолго до зарождения на ней жизни. Новизна состоит лишь в том, как люди пытались ее использовать. Достижения физики позволили использовать для интенсификации растениеводства ионизирующие излучения. Воздействие излучений на растения сильно зависит от глубины его проникновения в растение и от ионизирующей способности излучения. Ионизация служит определенным катализатором физико-химических реакций в клетках растений, что в последствии приводит к активизации или угнетению жизнедеятельности биологических объектов.

Особенностью действия ионизирующих излучений является дистанционность воздействия, т.е. способность проникать в биологические ткани, клетки, субклеточные структуры и повреждать их, вызывая одновременно ионизацию атомов и молекул за счет физических взаимодействий и радиационно-химических реакций.

Биологическое действие ионизирующих излучений нельзя рассматривать как элементарный акт. В его формировании выделяют несколько стадий: физическую, физико-химическую, химическую и биологическую стадию. На физической стадии происходит поглощение энергии излучения средой с возбуждением и ионизацией молекул. Сущность физико-химической стадии заключается в возникновении активных в химическом отношении свободных радикалов, которые взаимодействуют между собой и с органическими молекулами клетки. На химической стадии появляются биохимические повреждения биологически важных макромолекул (белков, липидов, углеводов). На биологической стадии формируются повреждения на клеточном, тканевом уровнях. Важное свойство ионизирующих излучений тормозить процессы роста и созревания сельскохозяйственных культур в настоящее время широко используется для сохранения продуктов растениеводства. Так гамма - облученный картофель в дозах 80-100 Гр может храниться, не прорастая и не теряя питательной ценности, от урожая до урожая при комнатной температуре.

В работе представлены механизмы биологического действия ионизирующих излучений и использование его в растениеводстве. Настоящая работа представляет обзор литературных данных в этом направлении.

## ГАДЖЕТЫ НОСИМОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Студент гр.1131513 Савицкая М.И.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

На прошедшей выставке CES 2014 обратили на себя внимание носимые гаджеты, среди которых были анонсированы не только "умные" часы, но и фитнес-браслеты с наручными аксессуарами. Почему такой диссонанс вызвали гаджеты носимой технологии?

Предполагается, что 2014 может стать годом носимых "умных" гаджетов, но на всех ли новинках вообще стоит заострять внимание? Почти каждая из моделей, продемонстрированных на CES, обладает какой-то изюминкой, хотя большая часть функций останется общедоступной. Гаджеты умеют подсчитывать ваши шаги, измерять пройденное расстояние, рассчитать количество сожженных калорий, контролировать сон, следить на вашим сердцебиением и даже уведомлять о каких-то событиях на другом мобильном устройстве [1]. Важнее другое. Некоторые из представленных приборов, способны предоставлять пользователю аналитику, с помощью которой он имеет возможность оптимизировать некоторые жизненно важные аспекты своей жизни. Так, например, используя Sony Core, с помощью синхронизации при поддержке Android-приложения под названием Lifelog, владельцы устройства смогут просматривать всю свою историю по шкале. Параметры, для которых организуются метрики, могут быть запрограммированы самостоятельно, или выбраны из предлагаемых типовых.



**Sony Core**

### Литература

1. Романов \_\_\_\_\_ Станислав: \_\_\_\_\_ адрес \_\_\_\_\_ публикации  
<http://gadgetick.com/newsnew-2129.html>, время публикации: 2014-01-11  
23:50:00

## ДИНАМИКА КРУЧЕНОГО МЯЧА

Студент гр.11903113 Самохвал П.М.

Канд. физ.-мат. наук Красовский В.В.

Белорусский национальный технический университет

Для специалистов в области современных спортивных технологий обязательно глубокое знание законов механики и деталей их практического применения в различных видах спорта. В настоящей работе изучалось движение мяча в вязкой газовой среде при его вращении. С такой ситуацией мы постоянно сталкиваемся во многих игровых видах спорта: футболе, волейболе, гандболе, теннисе и др. При мастерском ударе с подкруткой мяч способен лететь по весьма замысловатой траектории. Например, в футболе виртуозы мяча на эмпирическом уровне уже давно разработали технику таких ударов/ В частности, широко известен термин удар «сухой лист», при котором движение мяча на первый взгляд непредсказуемо, подобно движению сухого листа на ветру. Отметим, что особенно богат на такого рода движения мяча настольный теннис.

При центральном ударе по мячу, когда вращение отсутствует, мяч летит в вертикальной плоскости по приблизительно параболической траектории. Отклонение от параболы обусловлено действием сил сопротивления воздушной среды, заметно сокращающих как высоту подъема, так и дальность полета мяча. Силы сопротивления включают лобовое сопротивление и силу вязкого трения, по-разному зависящие от скорости поступательного движения мяча, вследствие чего соотношение между этими силами изменяется в процессе изменения скорости. Поэтому даже в случае такого плоского движения точный аналитический расчет формы траектории представляется затруднительным, и его проще осуществить с использованием числовых методов.

Значительно сложнее обстоит дело, если удар не центральный, когда мячу вместе с поступательной скоростью сообщается вращательный момент относительно оси, перпендикулярной к направлению движения. В этом случае определяющее влияние на характер движения мяча оказывает эффект Магнуса [1]. В зависимости от соотношения скоростей поступательного и вращательного движений, а также от направления вращения и ориентации оси происходит отклонение формы траектории мяча от ее плоского варианта. Соответственно были проанализированы различные варианты такого отклонения.

### Литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 1. – М.: Наука, 1989. – 576 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗНАНИЕПРОВОДЯЩИХ СЕТЕЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Студентка гр.1131513 Сапожникова Л.О.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время студенты, во время обучения, имеют дело с очень большими объемами различной информации. Тем не менее, им необходимо стремиться к качественному усвоению информации в условиях ограничения бюджета времени и постоянно возрастающих академических нагрузках. Вопрос бюджета времени можно решить, если использовать комбинированный подход при организации учебного процесса. Решение видится через разбиение всех изучаемых предметов на две группы: предметы, изучаемые аудиторно, и предметы изучаемые дистанционно. Дистанционное обучение, основу которого составляет разработка методов и создание условий для современных форм обучения студентов, становится неотъемлемой частью организации учебного процесса университетов. Для реализации подобных инновационных проектов необходимо использовать современные информационные технологии, такие как знаниепроводящие сети.

**Знаниепроводящие сети** – это комплекс сетевых образовательных технологий, которые улучшают качество обучения за счёт использования алгоритма решения изобретательских задач в области электронного обучения. Поставленная цель реализуется организацией электронного удалённого ресурса – облака, обеспечивающего контент автоматизированной обучающей системы (АОС), функционирующей совместно с многоуровневым последовательно-фреймовым тьютором, и возможностью дистанционного и мобильного получения знаний. Результаты обучения фиксируются с помощью электронных документов как рейтинг, достигнутый студентом во время учебного процесса. Таким образом, пользователи получают корпоративные "облачные" услуги, спрос на которые, в силу складывающихся современных тенденций, будет расти. Технология развивается не только в силу экономических причин, но и из-за изменения подходов к информационным технологиям. Учреждения образования (университеты), со временем откажутся от организации хранения данных у себя, предпочитая получать сервисы извне. Сегодня заказчиков интересуют частные "облака" и "облака" в Data-центрах, но в ближайшие год-два появится тенденция к их объединению в единую инфраструктуру.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИЕМНИКОВ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Студенты гр. 11301113 Святский А.Н., Кошель Е.В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Инфракрасное излучение наиболее широко применяется в системах дистанционного управления, слежения, системах обеспечения безопасности и т.д. Незаменимыми элементами таких систем являются приемники ИК-излучения [1]. В данной работе проведено сравнительное исследование режимов работы ряда полупроводниковых приемников инфракрасного излучения: фоторезистора, светодиода и фототранзистора, а также интегрального ИК-модуля. Для выполнения экспериментов была собрана установка, позволяющая проводить исследования по осциллографической методике.

Фоторезисторами являются полупроводниковые приборы, проводимость которых изменяется под действием падающего на них оптического излучения. В работе использовались образцы фоторезисторов серии ФКС, отличающиеся размерами и геометрией фоточувствительных площадок. Были определены темновые характеристики исследуемых образцов, их чувствительность и получены зависимости временных параметров от уровня освещенности и рабочего напряжения. Фотодиоды и фототранзисторы являются приемниками ИК-излучения с р-п-переходом. Такие ИК-приемники характеризуются повышенной чувствительностью и быстродействием в сравнении с фоторезисторными. В работе применялись кремниевые фотодиоды ФД-7, ФД-17 и ФД-25 и фототранзисторы серии ФТ-2. Исследование данных ИК-приемников проводилось в режимах постоянной и промодулированной засветок.

В работе проведены оценки рабочих параметров ИК-модуля HS0038A2,



функциональная схема которого приведена на рисунке. Форма корпуса ИК-модуля способствует фокусировке принимаемого излучения на чувствительную поверхность фотодиода. Данная интегральная схема

обеспечивала приём инфракрасного сигнала от пульта дистанционного управления на расстоянии  $\sim 30$  м.

### Литература

1. Швайбер, Г. Инфракрасные лучи в электронике / Г. Швайбер. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 240 с.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА**

Студент гр. ПБ-31м (магистрант) Сергиенко А.А.

Канд. техн. наук, доцент Выслоух С.П.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Современное приборостроение характеризуется большой номенклатурой изделий, которая постоянно пополняется новыми наименованиями. Это сопровождается решением множества задач технологической подготовки производства (ТПП). Решение подобных задач в ручном режиме – экономически нецелесообразно. Поскольку для этого необходимы высококвалифицированные специалисты и значительные затраты времени. Поэтому необходимо автоматизировать решение задач ТПП.

Для решения задач ТПП в автоматизированном режиме используются разнообразные методы. В данном докладе рассматриваются вопросы использования методов распознавания образов при ТПП.

Известно применение методов распознавания образов при математическом моделировании сборочных процессов. Для решения данной задачи использован системный подход, что подразумевает комплексный анализ данных электронной модели изделия и дополнительных данных производственной среды с целью решения задач выбора метода и построения порядка сборки изделия. Анализ относительной жесткости систем осуществляется согласно полученным значениям выделенной группы параметров. На основе данного анализа формируется граф-классификатор «компонент сборки». Полученные значения относительной жесткости используют для решения задач выбора метода и формирования последовательности сборки.

Также методы распознавания образов используются при интегрировании систем конструкторского и технологического проектирования. При проектировании осуществляется преобразование информации из графических примитивов в объекты базы данных с помощью векторного и структурного подходов теории распознавания образов. Результатом работы специально созданной программы являются графические изображения чертежа детали и база данных, которая содержит распознанные поверхности и технологические требования к ним.

На основе приведенных примеров, можно сделать заключение о целесообразности использования методов теории распознавания образов для решения множества задач ТПП.

## **ЗАДАЧИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Ассистент Симута Н.А.

Д-р техн. наук, профессор Румбешта В.А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Развитие автоматизированных систем технической функциональной диагностики (АСТД) требует строго научного подхода к вопросам их разработки [1]. Это позволит оптимальным способом определить методы диагностики и диагностические параметры. В первую очередь необходимо определить, какие задачи решает функциональная диагностика технологических процессов механической обработки. Анализ механообработки, как сложного многопараметрического динамического процесса [2] и основных факторов [3], которые влияют на его качество и надежность (в первую очередь стойкость режущего инструмента) позволяют сформулировать следующие задачи:

- определение динамического состояния процесса резания, и, при его выходе за допустимые границы, провести коррекцию технологических режимов для обеспечения динамической стойкости процесса обработки та качества обрабатываемой поверхности;

- определение износа режущей кромки инструмента, для своевременной его компенсации и замены, в случае критического износа, для обеспечения необходимой точности обработки и полного использования ресурса инструмента;

- определение положения режущей кромки инструмента в пространстве относительно координат станка, для периодической поднастройки режущего инструмента, для обеспечения геометрической точности обработки.

Только правильное формулирование и понимание задач функциональной диагностики процессов резания позволит создать точные, надежные и информативные АСТД.

### **Литература**

1. Биргер, И.А. Техническая диагностика: И.А. Биргер. — М.: «Машиностроение», 1978. — 240 с.
2. Кудинов, В.А. Динамика станков / В.А. Кудинов. - М.: Машиностроение, 1967. — 359 с.
3. Григорьев, С.Н. и др. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ / С.Н. Григорьев и др. — М.: Машиностроение, 2006. — 522 с.



## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ TOFD-МЕТОДА УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Студент гр. МПКР-091 (студент) Скворцов А.Ю.

Канд. техн. наук, доцент Сергеев С.С.

Белорусско-Российский университет

Основные недостатки традиционных методов ультразвуковой дефектоскопии - низкая достоверность и точность определения размеров дефектов, проблема их классификации. Кроме того, традиционный контроль не гарантирует правильное определение параметров наиболее опасных дефектов типа трещин вследствие сложной природы распространения ультразвука. Результатом этого являются неоправданно жесткие нормы контроля, действующие в различных отраслях.

В данной работе исследованы пути и возможности повышения метрологических характеристик ультразвукового контроля на основе применения схем TOFD-метода для выявления и оценки размеров дефектов при проведении неразрушающего контроля сложных объектов.

Предварительно была получена математическая модель акустического тракта для TOFD-метода, реализующегося посредством двух наклонных преобразователей с использованием объемных продольных волн. Данная модель учитывает влияние различных характеристик тракта на уровень принимаемого сигнала и позволяет оптимизировать основные параметры контроля: углы ввода, расстояние между преобразователями и др. Получены расчетные зависимости амплитуды сигналов на приемнике от углов ввода, приема, а также от положения дифрагирующей грани дефекта в виде вертикальной трещины, расположенной внутри объекта и выходящей на поверхность.

Как показывает практика, наиболее сложным этапом диагностирования промышленных объектов является экспертный контроль с получением достоверной информации для определения типа, действительных размеров и ориентации дефектов. Поэтому в работе были проведены экспериментальные исследования, целью которых была оценка возможности обнаружения и определения размеров дефектов TOFD-методом в сравнении с эхо-методом. Объекты исследования - искусственные отражатели в виде пазов и боковых отверстий, имитирующие плоскостные и объемные дефекты, а также дефекты сварных швов в реальных образцах.

Показана эффективность применения TOFD-метода для измерения высоты дефектов, что дает возможность использовать эти данные для расчетов на прочность и прогнозирования остаточного ресурса.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НА КАМВОЛЬНО-ПРЯДИЛЬНОЙ ФАБРИКЕ**

Студентка гр.11305112 Скурат О.А.

Ст. преп. Кондратьева Н.А.

Белорусский национальный технический университет

С развитием информационных технологий появилась возможность усовершенствовать различные системы управления качеством. С помощью статистического программного обеспечения STATISTICA менеджеры по контролю качества часто используют контрольные карты, визуализирующие статистические характеристики исследуемого производственного процесса.

В работе произведены исследования средствами контроля качества значений линейной плотности пряжи в пределах от 61 до 63 текс. На камвольно-прядильной фабрике в процессе производства производились выборочные измерения значений линейной плотности пряжи на протяжении некоторого времени технологического процесса.

В целях быстро получить общее представление о различных аспектах качества анализируемого изделия без применения дорогих точных приборов и требующих значительных затрат времени измерительных процедур использовались следующие виды контрольных карт: X- и MR карты, X-bar и R карты, диаграммы управления показателем качества, карты Парето, гистограмма средних.

По картам произведен анализ на изменчивость выборочных значений плановых спецификаций в выборках и рассмотрена степень их близости к заданным значениям. Построенные в процессе анализа данных карты подтверждают вывод, что все выборочные значения попадают в область внутри контрольных границ. Следовательно, технологический процесс налажен, и можно утверждать, что линейная плотность пряжи подчиняется требованиям статистического контроля.

В случае если бы выборочные значения находились вне заданных пределов, процесс вышел бы из-под контроля, и предпринимались бы необходимые действия для того, чтобы найти причину его разладки.

Итак, высокая эффективность применения контрольных карт в управлении качеством позволяет адекватно оценить складывающуюся ситуацию в процессе производства на камвольно-прядильной фабрике.

## **ДИАГНОСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ НА ОСНОВЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА**

Студент гр. ПБ-01 (бакалавр) Соколенко Н.В.

Ассистент Заец С.С.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

В соответствии с ГОСТ 20911-75 техническая диагностика – это процесс определения технического состояния объекта с определенной точностью.

Она осуществляется путем измерения и контроля количественных и качественных значений параметров объекта и обработки результатов измерений. Результат – технические выводы, информация о состоянии объекта.

Установив измерительный прибор в каком-либо месте, на исследуемом оборудовании, способный реагировать на изменение плотности воздуха по времени, получим кривую, близкую к синусоиде.

Однако на практике сигнал такого рода получить тяжело из-за наличия посторонних шумов от иных источников звука. Стружкообразование, трение стружки о переднюю поверхность инструмента, трение задней поверхности инструмента о поверхность заготовки, подача СОЖ в зону обработки, привод шпинделя, коробка передач, главный двигатель, электрооборудование, окружающая среда – наиболее значимые источники сигнала акустического излучения. Остальные же источники можно считать неинформативными.

Изменение условий обработки приводит к изменению сил резания. Следствие – имеет место изменение сигнала акустического сигнала. Звуковые сигналы – следствие колебаний, которые могут быть вызваны столкновением объектов (например, столкновение зубьев в зубчатом зацеплении), погрешностью формы заготовки и состоянием ее поверхности, неуравновешенностью частей станка, которые вращаются и т.д.

Исходя из вышесказанного, эффективность диагностики определяется информативностью показателей, которые используются, и их чувствительностью к изменению условий обработки.

Для решения данного вопроса предлагается применять фильтры акустических сигналов, на основании, записанных шумов работы оборудования при холостом ходе и не нагруженном состоянии.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИ НАСТРАИВАЕМЫХ ГИРОСКОПОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ**

Студент гр. ПГ-01 (бакалавр) Стефанишин З.С.

Ассистент Лакоза С.Л.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

На сегодняшний день динамически настраиваемые гироскопы (ДНГ) широко распространены в качестве чувствительных элементов гиросtabilизаторов инерциальных навигационных систем, благодаря своей невысокой стоимости, габаритам, массе и простой технологии изготовления. Достигнутые малые размеры и весовые характеристики ДНГ снижают размеры и вес бесплатформенных систем, повышают их точность на основе достижений вычислительной техники и радиоэлектроники. В настоящее время диапазон точности ДНГ составляет в пределах от 0,005 до 1 град/час при массе прибора от 60 до 500 г.

Промышленное производство ДНГ не требует специально разработанного оборудования, их изготавливают на универсальном оборудовании. Современный прогресс в области электроники и вычислительной техники позволяет использовать хорошо разработанные математические модели ошибок гироскопов не только для достижения требуемой точности устройств, но и повысить точность уже разработанных систем. Точность систем одного типа с ДНГ может отличаться в зависимости от среды применения и степени использования моделей для компенсации собственных ошибок и ошибок, которые зависят от взаимодействия ДНГ с элементами системы сервопривода, качества обратной связи, стабильности параметров электронных блоков и т.д.

Анализ последних конструкций техники с использованием ДНГ в различных областях показывает, что повышение точности приборов, главным образом, может быть достигнуто путем уменьшения их ошибки вследствие реализации детализированных математических моделей. Эти модели необходимы для расчётов собственных частот, моделирования динамики ДНГ при вибрации основания и собственной вибрации, учёта упругости и неидеальности шарикоподшипниковых опор вала электродвигателя, а также учитывают влияния определенных недостатков на уходы гироскопа.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ СПЕКТРОВ МОНОХРОМАТОРА МДР-23**

Студент ф-та РФиКТ (4 курс) Столяров А.В., (3 курс) Атрещенков В.А.  
Ст. преп. Кулешов В.Н.

Белорусский государственный университет

В научных учреждениях имеется большой парк оптической аппаратуры производства АО “Ленинградский оптико-механический завод”. Оптические узлы этой аппаратуры построены на основе современных достижений оптики. В то же время средства автоматизации морально устарели [1].

Целью настоящей работы являлось автоматизация процессов регистрации спектров излучения монохроматором МДР-23. Задача состояла в согласованном управлении шаговым двигателем и системой оптической регистрации. В результате анализа литературы и имеющихся технических решений разработана структурная схема автоматического управления монохроматором, включающая аппаратную и программную части. Аппаратная часть содержит: ARM микроконтроллер STM32F100RB; шаговый двигатель (ЩД) с силовым блоком; микросхему-драйвер ЩД; фотодиод S2387-16R фирмы “Hamamatsu” с предусилителем. Сигнал с предусилителя подается на АЦП микроконтроллера. Для подключения микроконтроллера к персональному компьютеру (ПК) используется интерфейс UART с аппаратной частью RS-232 и преобразователем RS-232 - USB. Микроконтроллер исполняет роль интерпретатора команд ПК.

Программная часть состоит из программы для микроконтроллера и программы для ПК. Программа для микроконтроллера – это исполняемый код, который сохраняется в Flash памяти микроконтроллера и запускается при каждом рестарте микроконтроллера. Основной задачей программы является начальная инициализация микроконтроллера и настройка периферийных устройств, таких как UART, АЦП. После того, как инициализация микроконтроллера завершена, программа микроконтроллера занимается только приёмом и обработкой команд приходящих с ПК.

Программа для ПК – это приложение, написанное с использованием стандартных библиотек MFC. Задачей программы является создание графического интерфейса для удобного использования системы управления монохроматором и обработки данных, приходящих с микроконтроллера.

### **Литература**

1. Автоматизированная установка для регистрации спектров / Л.А. Авакянц, П.Ю. Боков, А.В. Червяков // ЖТФ, 2005. - Т. 75. - В. 10, - С. 66 – 68.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА**

Студент гр. ПБ-31м (магистрант) Топал А.В.  
Канд. техн. нау, доцент Выслоух С.П.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Технологическая подготовка производства (ТПП) осуществляется с целью эффективного освоения новой продукции и является необходимым этапом при внедрении в производство ранее не изготавливаемой на данном предприятии продукции и включает в себя целый ряд работ. Например, при изготовлении новой детали, необходимо выполнить такие виды работ: выбор материала, который обеспечивают необходимые эксплуатационные свойства детали, выбор оптимального метода получения заготовки, создание технологического процесса обработки детали с выбором оборудования, режущего и мерительного инструмента, выбор или разработка приспособлений, нормирование операций технологического процесса обработки и т.д. Решение этих задач требует больших временных затрат, а также привлечения квалифицированных специалистов в данной предметной области, что это не всегда является возможным в условиях конкретного производства. Поэтому целесообразным является использование специальных программных средств для решения множества задач ТПП.

Для решения этих задач применяется много статистических и математических методов и процедур, а именно: регрессионный анализ; корреляционный анализ; дисперсионный анализ; кластерный анализ; распознавание образов; искусственные нейронные сети.

Каждый из представленных методов имеет ряд преимуществ и недостатков. Однако среди них стоит выделить методы искусственных нейронных сетей, которые обладают способностью к обучению, что позволяет использовать программные продукты, созданные на основе этих сетей, для решения различных задач технологической подготовки производства.

Поэтому выполняются работы по созданию программных средств, которые дают возможность решать задачи объективной классификации конструктивных материалов, моделирования технологических параметров, а также задачи классификации и распознавания образов при проектировании технологических процессов изготовления деталей приборов.

## ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ УСКОРЕННО ДВИЖУЩЕГОСЯ ЭЛЕКТРОНА ДЛЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ СВЕТА

Студент гр. 10301512 Уваров В.Г.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д.С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время к электрическим источникам света относятся: лампы накаливания, люминесцентные лампы низкого давления, люминесцентные лампы высокого давления, светоизлучающие диоды (СИД). По сравнению с другими электрическими источниками света СИД имеют много преимуществ, таких как высокая световая отдача, длительный срок службы, экологичность и др. но они также имеют недостатки, такие как сложность изготовления. Поэтому поиск новых возможностей получения света интересен и важен. На основании классических законов электродинамики источником электромагнитного излучения может быть свободный ускоренно движущийся электрон. Такой способ получения электромагнитного излучения используется в настоящее время для получения микроволнового, сверхвысокочастотного излучения (СВЧ-излучение, длина волны  $\lambda$  от 1 м до 1 мм). Оценим некоторые параметры электрона для возбуждения им света, используя теорию синхротронного излучения (СИ, электромагнитное излучение релятивистских, т.е. движущихся со скоростью близкой к скорости света электронов). Кривая спектрального распределения СИ по виду напоминает распределение Планка для абсолютно черного тела и длина волны максимума излучения  $\lambda_{\max}=2.54 R/E^3$ , где  $R$  – радиус окружности в метрах, а  $E$  – энергия электрона в гигаэлектронвольтах. Если взять  $E$  в интервале от 2,5 кэВ до 10 МэВ, что соответствует энергиям электрона при бета-распаде и  $\lambda_{\max}=550$  нм, то для возбуждения света электроны должны двигаться по траекториям с радиусами кривизны от  $3.4 \cdot 10^{-24}$  до  $2.2 \cdot 10^{-13}$  м, соответственно. Мощность излучения заряда определяется по формуле:

$$W = \frac{2e^2 c \beta^4}{2R^2} \left( \frac{E}{mc^2} \right)^4$$

и лежит в интервале до 16 Вт. Практическое создание таких условий движения электрона не представляется возможным.

### Литература

1. Тернов, И.М. Синхротронное излучение. Теория и эксперимент / И.М. Тернов, В.В. Михайлин. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 296 с.

## **ОЦЕНКА СТРУКТУР БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ФРАКТАЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

Студент гр. ПБ 81 Фиалковский П.А.  
Д-р техн. наук, профессор Антонюк В.С.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Мультифрактальный анализ изображений структур различных объектов подтвердил свою эффективность при анализе процессов и объектов. При этом его характеристики почти во всех случаях имеют устойчивые корреляции с измеряемыми свойствами или параметрами, характеризующими состояние, например, биологического объекта, технологических условий, окружающей среды и т.п. Поэтому можно говорить об использовании мультифрактального формализма как способа количественной параметризации качественных характеристик структур - мультифрактальный параметризации.

Для получения показателей мультифрактальный параметров биологических структур используется компьютерная программа MFRDrom, которая работает с цифровыми изображениями структур. Оцифрованные изображения исследуемых структур представляют собой матрицы точек - пикселей, имеющих значение «1», если приходится на элементы структуры, или «0», если приходится на область, которая не занята элементами исследуемой структуры.

В связи с тем, что в качестве объекта мультифрактальный параметризации выступает изображение структуры биологического объекта, то при анализе необходимо учитывать различные варианты получения этой структуры, а также особенности цифровой съемки и редактирования полученных изображений.

Изображение структур анализируется в черно-белом виде. Применяя термин «черно-белая фотография», имеется в виду, что фотография представлена не только черным и белым цветом, но и широкой гаммой серых оттенков. Шкала серого цвета представлена оттенками от 0 до 255 - от абсолютно черного до чисто белого.

Проведение исследований биологических структур с использованием электронной и оптической микроскопии должно проводиться в одинаковых условиях, обеспечивающих получение детального изображения структуры.

Дальнейшее совершенствование метода мультифрактального анализа структур различных объектов повысит информативность и позволит получить новые теоретические положения и эмпирические закономерности о состоянии исследуемых объектов.



## БЕЛОРУССКИЕ СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ

Студент гр.1131613 Чекун Е.С.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

В Республике Беларусь, как и на всём интернет пространстве, социальные сети весьма популярны. Проекты возникали, развивались, и, уступали место более интересным проектам на просторах байнета. Коротко о них:

- [ВсеВместе.by](#) - по некоторым сведениям была клоном Контакта. В настоящее время по адресу vsevmeste.by расположен сайт "Все Вместе" со слоганом "Все новости в одном месте!".

- [Online.Uvaga.By](#) - в настоящее время с этого адреса происходит переадресация на сайт chat.uvaga.by, предоставляющий услуги видеочата.

- [Parta.by](#) - очевидно создатели этого проекта были вдохновлены успехом "Одноклассников", которые три-четыре года назад были на слуху почти у каждого. В отличие от двух предыдущих, эта социальная сеть "не совсем" умерла. Сайт действует до сих пор и на нем даже доступна регистрация. Но в разделе "Новости проекта" последняя запись датирована 05.03.2009. А по информации из открытых сервисов статистики ежедневная аудитория данного сайта составляет порядка 120 человек, что явно недостаточно для того, чтобы называться социальной сетью.

Упоминание о прошлом, а приведенных выше ресурсов уже нет, наводит на мысль, что выбирая ту или иную платформу, следует попытаться оценить достоинства и перспективность данной сети. Им на смену пришли успешно работающие проекты. Рассмотрим, коротко, некоторые из них:

- [i.tut.by](#) (Я тут). Социальная сеть от известного белорусского интернет-портала (tut.by) Работает как часть этого портала. Главная задача этой социальной сети - продвижение других сервисов сайта. Создается впечатление, что проект "Я тут" это просто дань моде и современным тенденциям.

- [Vseti.by](#). Полный клон сети "ВКонтакте". Отличается, разве что, возможностью просмотреть посетителей своей страницы. Видимо это привлекает посетителей, так как данный проект является лидером сегодняшнего обзора по количеству зарегистрированных пользователей. В результатах поиска таковых отображается около 935 тысяч.

## ПОЛУЧЕНИЕ КОРДИЕРИТСОДЕРЖАЩЕЙ КЕРАМИКИ ПО РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

Студент 5 к. 9 гр. Шапкина А.С., студент 4 к. 9 гр. Рудик Н.А.

Канд. техн. наук, доцент Дятлова Е.М.,

канд. техн. наук, ассистент Попов Р.Ю.

Белорусский государственный технологический университет

Интенсивное развитие высокотемпературной техники связано с использованием большого количества конструкционных материалов, способных работать в экстремальных условиях (например, печах сопротивления, индукторах, плазмотронах и т.д.). Одним из таких является кордиерит – алюмосиликат магния со стехиометрической формулой  $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ .

Существуют различные способы получения термостойкой электроизоляционной керамики на основе кордиерита, определяемые условиями эксплуатации, геометрией, используемыми сырьевыми материалами. Наибольшее распространение среди них имеют полусухое прессование, пластическое формование. Получаемые по данным технологиям керамические изделия обжигаются при относительно высоких температурах синтеза (выше 1250 °С), что приводит к увеличению себестоимости конечного продукта.

На кафедре технологии стекла и керамики БГТУ проводятся работы, направленные на снижение затрат при получении термостойких электроизоляционных керамических материалов без ухудшения их технологических характеристик. Одним из путей снижения энергетических затрат является применение технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Для этих целей в качестве одного из компонента керамических масс следует применять металлический алюминий, который в исходной смеси сырьевых материалов, таких как тальк, глинозем, огнеупорная глина или каолин в интервале температур 600 – 800 °С инициирует процесс формирования высокотемпературных фаз, обеспечивающих достаточную прочность и термостойкость – муллита и кордиерита. Образцы керамики, полученные по такой технологии характеризовались следующими показателями свойств: ТКЛР –  $(2,2-3,9) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , водопоглощение – 18 – 21 %, открытая пористость – 30 – 37 %, механическая прочность при сжатии – 140 – 160 МПа.

На основании полученных данных можно сделать вывод о перспективности применения технологии СВС для получения термостойких электроизоляционных кордиеритсодержащих керамических изделий, предназначенных в качестве конструктивных элементов тепловых агрегатов.

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

Студент гр. ПБ-81 (магистрант) Шарабура С.М.  
Канд. техн. наук, доцент Шевченко В.В.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Имитационное моделирование можно использовать при сборке дорогостоящих или трудоемких приборов. В следствии использования этого метода можно проверить и проконтролировать процесс сборки, точность, задержки и простои на определенных участках цеха, затраченное время на сборку прибора, количество вспомогательных материалов.

Имитационное моделирование позволяет имитировать процесс сборки во времени. Причём плюсом является то, что временем в модели можно управлять: замедлять в случае с быстропротекающими операциями (переходами) и ускорять для моделирования операций (переходов) с медленной изменчивостью. Можно имитировать сборку тех изделий, реальные эксперименты с которыми дороги, невозможны или опасны. С наступлением эпохи персональных компьютеров производство сложных и уникальных приборов, как правило, сопровождается компьютерным трёхмерным имитационным моделированием. Эта точная и относительно быстрая технология позволяет накопить все необходимые знания, оборудование и полуфабрикаты для будущего прибора до начала производства.

Традиционные расчетные математические методы требуют применения высокой степени абстракции и не учитывают важные детали. Имитационное моделирование позволяет описать структуру технологического процесса и его элементов в естественном виде, не прибегая к использованию формул и строгих математических зависимостей.

Современное приборостроение требует от заводов быстрой реакции на изменение ситуации на рынке. С помощью имитационной модели можно провести неограниченное количество экспериментов с разными параметрами (партиями, программами выпуска приборов, поочередностью выпуска различных приборов), чтобы определить наилучший вариант.

Возможно моделирование персонала. Допустим, завод увоил часть рабочих, что привело к снижению качества производства и потери части заказчиков. Избежать потерь помогает имитационное моделирование.

Имитационное моделирование позволяет повысить скорость сборки приборов, рассчитать оптимальное количество персонала, подстраивать производство под изменяющийся спрос рынка, проводить неограниченное количество экспериментов без материальных и временных затрат.

## СРАВНЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ВОЛЬТАМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВАКУУМНОГО ДИОДА

Студент гр. 10301212 Шипуля Д.В.

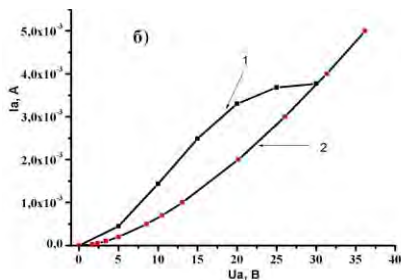
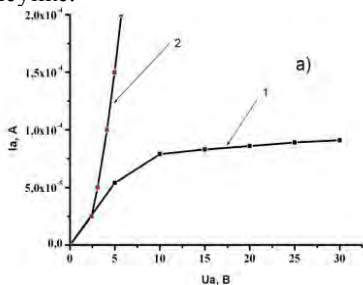
Канд. физ. мат. наук, доцент Бобученко Д.С.

Белорусский национальный технический университет

В качестве вакуумного диода использовалась электровакуумная лампа ПМИ-2, представляющая собой тонкую вольфрамовую нить (катод), окруженную цилиндрическим анодом. Величина анодного тока диода зависит не только от величины приложенного напряжения между анодом и катодом и их геометрических размеров, но и от пространственного заряда, создаваемого летящими от катода к аноду электронами. Расчет вольтамперной характеристики цилиндрического диода с учетом начальных скоростей электронов осуществлялся по следующей методике: по известным радиусу катода  $r_k$ , радиусу анода  $r_a$ , длине анода  $l$ , температуре катода  $T_k$  и заданному анодному току  $I_a$  вычислялась по формуле Ричардсона-Дэшмана сила тока эмиссии катода  $I_e$ . Затем из выражения  $I_a = I_e \exp(eU_m / (k \cdot T_k))$  оценивалось минимальное значение потенциала  $U_m$ , находящегося на расстоянии  $r_m$  от катода. И из формулы:

$$I_a = 2,3310^{-6} S_a \frac{(U_a - U_m)^{3/2}}{\beta^2 (r_a - r_m)^2}$$

(метод виртуального катода), где  $S_a$  – площадь анода,  $\beta$  – коэффициент учитывающий соотношение радиусов катода и анода, вычислялось напряжение  $U_a$  между катодом и анодом. Для используемого диода можно считать  $\beta \approx 1$  и из-за цилиндрической симметрии  $r_m \approx 0$ . Результаты измерений (1) и вычислений (2) для  $T_k = 1630$  (а), 1923 (б) приведены на рисунке.



### Литература

1. Клейнер, Э.Ю. Основы теории электронных ламп / Э.Ю. Клейнер. – М.: Высшая школа, 1974. – 368 с.

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА WOLFRAM ALPHA

Студент гр.1131211 Широкая О.С.

Ст. преп. Рогальский Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Развитие информационных технологий позволяет сегодня внедрять сложные математические расчеты в повседневную жизнь, что позволяет повысить уровень стандартизации, технологичности, и, как следствие, качество продукции и снизить затраты на её производство за счёт роста производительности труда. Однако расчеты на компьютере не всегда имеют простую реализацию. Имеют значение выбор средств, методов, технологий.

Наша тестовая задача, в качестве условия, содержит требование построить графики для таблично заданной функции методами:

- линейной интерполяции;
- кубической интерполяции;
- сплайновой интерполяции;

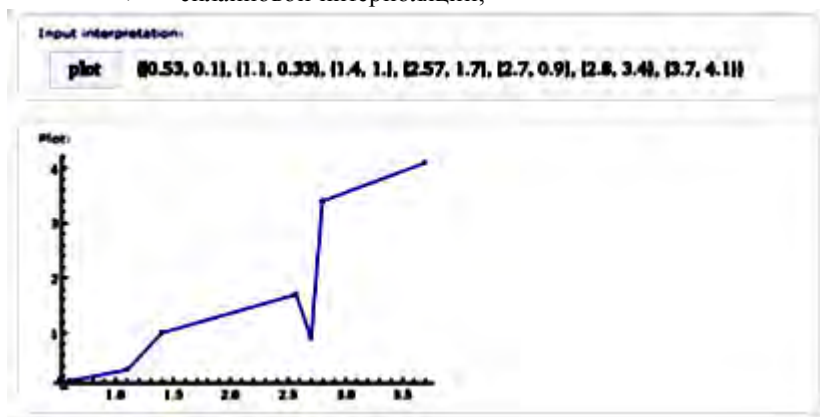


Рисунок 1 – Результаты расчетов в пакете Wolfram Alpha

В пакете Wolfram Alpha (<http://www.wolframalpha.com/>) вы всегда производите облачные вычисления на одном и том же ресурсе (облаке, на котором расположено приложение). Очевидно, что использование облачных вычислений это перспективное направление для повышения эффективности в организации обработки больших данных, важный элемент повышения производительности интеллектуального труда специалистов занятых в сфере инженерных расчетов.

## СЕКЦИЯ 6. СПОРТИВНАЯ ТЕХНИКА

УДК 685.648.686

### ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ ФЕХТОВАЛЬЩИКА

Студентка гр. 119831 Кугаро Е.А.

Ст. преп. Зайцев И.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Фехтование – это единоборство без непосредственного контакта противников. Главное в фехтовании – умение наносить уколы посредством атак и защит в определенные моменты боя, используя свой интеллект. Основным приемом является поражение противника уколом с выпадом. Сам выпад – это быстрое перемещение тела фехтовальщика в сторону противника с целью достать его оружием, выполняемое посредством сильного толчка вперед сзади стоящей ногой, наклона туловища вперед и выставления вперед стоящей ноги. Поскольку цель выпада – достать противника ранее, нежели он успеет совершить какое-либо защитное противодействие, выполнять его следует максимально быстро. Вместе с тем, передвижение должно выполняться на ограниченной по длине и ширине площадке. Все вышеперечисленное требует от спортсмена умения действовать быстро и точно в сложных условиях, сохраняя баланс тела, обладая при этом высоким уровнем развития координационных способностей.

Разрабатываемый тренажер для развития координационных способностей фехтовальщика представляет собой опорную площадку для ног, под которой по центру смонтирована шаровая опора, неподвижно закрепленная на массивном основании. На том же основании имеются два механических привода, выполненных на основе линейных двигателей. Один привод обеспечивает качание площадки для ног в продольном направлении, другой – в поперечном, т.е. опорная площадка в такой конструктивной компоновке обладает двумя степенями свободы, что полноценно нагружает тренируемые конечности. Амплитуда, период качания опорной площадки и длительность рабочего цикла устанавливаются дистанционно с пульта управления. В то же время фехтовальщик, балансируя за счет мышц стопы и голени, удерживается на качающейся во всех направлениях опорной площадке и выполняет уколы в манекен-мишень. Информация о соотношении количества уколов и промахов в зависимости от режима работы тренажера фиксируется на электронном табло.

Данный тренажер может использоваться как для развития координационных способностей фехтовальщика, так и для их оценки.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ФИГУРИСТОВ

Студентка гр. 119821 Шейкина Т.В.

Канд. биол. наук, доцент Парамонова Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Фигурное катание на коньках относится к сложнокоординационным видам спорта, особенность которого заключается в передвижении спортсмена или пары спортсменов на коньках по льду с переменами направления скольжения и выполнением сложных элементов (вращения, прыжки, комбинации прыжков и др.) под музыку.

Вращение является одним из основных элементов, как для одиночного, так и парного катания. Здесь для фигуриста самое важное – правильно сгруппироваться, плотно прижать руки и скрестить ноги за доли секунды, поскольку по законам физики, чем ближе все тело к оси вращения, тем выше его скорость. Правильно реализовать это в движении достаточно сложно. Поэтому необходимость использования всевозможных устройств и приспособлений для повышения технического мастерства спортсменов.

Известные конструкции устройств для тренировки фигуристов основаны на принципе «спиннер-шайбы», где имеются две плоские округлые платформы, одна из которых является неподвижным основанием, а другая подвижная и вращается под действием сил, оказываемых на ней спортсменом. В усовершенствованном варианте устройства в «спиннер-шайбе» предусмотрена система из четырех заканчивающихся роликами рычагов, опирающихся на неподвижное основание. При взаимном сближении рычагов с помощью винтов с рукояткой увеличивается высота расположения вращающейся площадки, изменяющаяся в пределах от 100 до 200 мм. Винтовой привод рычагов в направлении X и Y раздельный, это делает возможным устанавливать площадку наклонной относительно горизонтальной поверхности. Кроме этого, в центре вращающейся платформы размещен лазерный указатель вертикальной оси, относительно которого фиксируется момент отклонения тела фигуриста от оси вращения, о чем сообщает звуковой сигнал.

Разработанная конструкция устройства позволяет совершенствовать координационные способности фигуриста, выполняя вращения в усложненных условиях подвижной, возвышенной или наклонной опоры. Данное устройство можно также применять для отработки прыжков и приземлений с условием использования лонжи для страховки от падений.

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРЯМОГО НАПАДАЮЩЕГО УДАРА В ВОЛЕЙБОЛЕ**

Студент гр. 119831 Белоус П.А.

Канд. биол. наук, доцент Парамонова Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Нападающие удары – это самый эффективный способ атакующих действий команды. Выполняются эти технические приемы в прыжке с разбега у сетки. Есть все основания характеризовать нападающий удар как самый важный, решающий технический элемент игры – 60–65 % выигранных командой очков приносит нападение. Современный волейбол предъявляет высокие требования к техническому мастерству спортсменов.

Разрабатываемое устройство позволяет смоделировать оптимальные условия при выполнении нападающего удара.

Устройство представляет собой скобообразную раму, закрепленную на стойке или на стене с возможностью вертикального перемещения для установки на нужной высоте. К раме одним концом шарнирно прикреплен стержень Г-образной формы, имеющей две степени свободы движения в продольном и поперечном направлениях. На другом конце стержня имеется устройство для крепления мяча. Для предотвращения нежелательных колебаний стержня с мячом после удара рама снабжена амортизирующими ограничителями. Создание тренировочной нагрузки и возврат стержня с мячом в исходное положение обеспечивают два пневмоцилиндра, шарнирно соединенные корпусом со скобообразной рамой и штоком со стержнем для крепления мяча. Гидроцилиндры приводятся в действие компрессором, создающим давление воздуха, пропорциональное тренировочной нагрузке на плечевой пояс волейболиста. Нужно давление устанавливается с пульта управления и поддерживается автоматически. Устройство позволяет учитывать индивидуальные особенности спортсмена, является компактным и легко переустанавливается на необходимую высоту, исключает возможность травматизма спортсмена, обеспечивает выведение мяча из состояния покоя при минимальном усилии ударного движения.

Применение разрабатываемого устройства позволит индивидуализировать одновременное формирование навыка прямо нападающего удара и развитие скоростно-силовых способностей волейболиста, что, в свою очередь, повысит эффективность игры как каждого игрока отдельно, так и всей команды в целом.



## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ДВИГАТЕЛЬНО-КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ГАНДБОЛИСТА**

Студент гр. 119821 Шпиронок Д.С.

Доцент Барановская Д.И.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время во время проведения гандбольных матчей атакующий потенциал команды играет огромную роль. То же самое можно сказать и про действия вратаря. Каждая из этих составляющих является важной в успехе команды.

Способность спортсмена точно соизмерять и регулировать пространственные, временные и динамические параметры движений является одной из основных, оказывающих значительное влияние на эффективность соревновательной деятельности в гандболе.

Устройство для развития и контроля координационных способностей полевых игроков и вратарей в гандболе, в отличие от известного оборудования, имеет информационное жидкокристаллическое табло, расположенное вне поля зрения вратаря над верхней перекладиной гандбольных ворот и покрытое защитной сеткой. Табло указывает полювому игроку зону ворот, в которую нужно выполнить бросок мяча. За вратарем на линии ворот установлен переносной щит с зонами, оборудованными сенсорными датчиками касания мяча. Программное устройство, связанное кабелем с персональным компьютером и сенсорными датчиками касания мяча, обеспечивает нужный порядок и время переключения поражаемых зон, которые устанавливаются автоматически. Поражаемая зона отражается на табло.

Компьютер учитывает и сопоставляет количество эффективных бросков по воротам и промахов, изменяя параметры зон в зависимости от места расположения вратаря в воротах. Это позволяет контролировать и анализировать скорость реакции и эффективность действия полевого игрока на быстро изменяющиеся условия в зоне ворот.

Устройство также можно применять для оценки подготовленности вратаря. Щит, установленный на линии ворот, фиксирует каждое попадание мяча в ворота, после чего с помощью компьютера данные анализируются. На экране компьютера тренеру представляются данные о том, в какую область ворот вратарь пропустил большее количество мячей.

Данная информация позволит целенаправленно отрабатывать точность действий вратаря, а также при анализе тактики игры соперника даст возможность выставить на игру вратаря, в большей степени соответствующего стилю предстоящей игры.

## **ТРЕНАЖЕР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО СТЕРЕОТИПА НАВЕДЕНИЯ СПОРТИВНОГО ОРУЖИЯ НА ЦЕЛЬ В БИАТЛОНЕ**

Студент гр.119819 Макаревич Д.А.

Канд. биол. наук, доцент Парамонова Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Динамический стереотип означает устойчиво закрепившуюся систему условных нервных связей, обеспечивающих определенную интенсивность и последовательность реакций организма на воздействия внешней среды. Динамический стереотип образуется при достаточно длительном воздействии системы одних и тех же раздражителей. Процесс образования стереотипа состоит не только в упрочении входящих в него условных рефлексов, но и в объединении их в целостную систему [1].

Наведение оружия на цель в биатлоне является одним из факторов, определяющих результат соревнований. Наведение оружия на цель предполагает подведение мушки с определенной скоростью по заранее запрограммированной траектории в район прицеливания с одновременным плавным нажатием спускового крючка и в момент совмещения мушки с точкой прицеливания его плавным дожатием.

Для формирования и совершенствования динамического стереотипа наведения оружия на цель был разработан тренажер, представляющий собой разъемно-сборную конструкцию. Он состоит из биатлонной установки, на которую крепится блок светового индикатора, блока управления скоростью и траекторией светового индикатора, датчика давления на спусковой крючок. На блоке управления задается скорость и траектория перемещения светового индикатора между мишенями биатлонной установки. Сигнал поступает на блок светового индикатора, затем траектория непосредственно отображается на светодиодном экране. После нажатия спортсменом датчика давления на спусковой крючке, осуществляется дальнейшее перемещение траектории на светодиодном экране по заданной программе. В случае задержки прицеливания на блоке управления срабатывает звуковой сигнал, сигнализирующий о неправомерности выполнения упражнения.

Конструкция тренажера спроектирована так, что его можно использовать в качестве средства спортивной тренировки с биологической обратной связью непосредственно в реальных условиях стрелковой подготовки биатлонистов.

### **Литература**

1. Павлов, И.П. Лекции о работе больших полушарий головного мозга / И.П. Павлов. – Полн. собр. соч., 2 изд. – Т. 4. – М.–Л., 1951. – гл. 13.

## ГРАВИТАЦИОННЫЙ ХРОНОРЕФЛЕКСОМЕТР

Студент гр. 119819 Барковский Д.А.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В.Е.

Белорусский национальный технический университет

Успешность спортивной деятельности во многом определяется возможностью эффективного использования технических средств в диагностике двигательно-координационных способностей. Зачастую спортивный результат зависит от скорости реакции спортсмена на некоторый заранее обусловленный раздражитель.

Временной анализ данных о реакции на двигательные и слуховые раздражители в микроинтервалах времени, требует применения высокоточных информационно-измерительных средств с многообразными возможностями их использования [1].

Целью работы являлась разработка конструкции гравитационного хронорефлексометра, обеспечивающего получение объективных данных о скорости двигательной реакции для последующей их обработки и систематизации.

Недостатком существующих устройств для оценки скорости реакции спортсменов является то, что непосредственное участие в процессе измерения принимает человек-оператор, что в свою очередь может приводить к возникновению случайных ошибок. Имеющиеся устройства лишены вариативности сигнала-раздражителя, что не позволяет оценивать скорость реакции в полной мере и с должной точностью.

Разработанный гравитационный хронорефлексометр предназначен для оценки скорости реакции испытуемого на заранее обусловленный раздражитель. Принцип работы устройства основан на том, что испытуемому необходимо поймать по сигналу светодиодного индикатора падающие вертикально вниз планки, оборудованные тензодатчиками и модулями беспроводной ИК-связи.

Данные, полученные в ходе испытания, через ИК порт поступают на персональный компьютер для последующей обработки, систематизации и хранения.

Гравитационный хронорефлексометр позволяет диагностировать предрасположенность занимающихся к конкретным видам спорта, где значение скорости реакции играет немаловажную роль.

### Литература

1. Жданов, Д.Н. Цифровой хронорефлексометр / Д.Н. Жданов и др. // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 7. – С. 110.

## **ТРЕНАЖЕР ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ ПРИЕМА МЯЧА В ТЕННИСЕ**

Студентка гр. 119810 Чайчиц Е.А.

Ст. преп. Зайцев И.Ф.

Белорусский национальный технический университет

При современном уровне развития тенниса дальнейший рост спортивного мастерства невозможен без интенсификации учебно-тренировочного процесса. Большую роль в этом играют устройства, разрабатываемые с учетом специфики игровой деятельности и индивидуальных особенностей игроков.

Практика использования тренажеров говорит о том, что к числу наиболее эффективных обучающих устройств относятся те, которые создают и моделируют условия, близкие к соревновательной деятельности, обладают высокой надежностью и безотказностью в работе, обеспечивают спортсмену получение информации о результатах своих действий, дают возможность комплексного применения в различных видах подготовки.

Целью данной работы является модернизация тренажера для совершенствования техники приема мяча и контроля точности его попадания в зону теннисного корта.

Данный тренажер представляет собой устройство для выброса мяча, конструкцией которого предусматривается наличие светодиода, жидкокристаллического экрана, клавиатуры, с помощью которой устанавливаются 2 режима работы: режим «Тренер» и режим «Автоматический». Первый из них предполагает, что тренер сам задает параметры вылета определенного количества мячей. В режиме «Автоматический» параметры вылетов мячей задаются случайным образом. Светодиод сигнализирует о скором выбросе мяча. Время вылета каждого мяча определяется случайным образом, от 2 до 10 с после включения светодиода.

Также в состав тренажера входят индикаторы, показывающие, в какую часть корта необходимо послать мяч. На площадке корта размещены тензометрические датчики для регистрации попадания.

Применение подобных технических средств во время тренировок позволит эффективнее развивать двигательные способности; совершенствовать техническое мастерство; получать срочную и достоверную информацию о количественных и качественных характеристиках движений, функциональных возможностях и технической подготовленности спортсмена; обеспечивать совершенствование двигательного навыка.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ

Студентка гр. 119819 Шут В.С.

Ст. преп. Попова Г.В.

Белорусский национальный технический университет

Тремор – это естественное колебание мышц. Человеческий организм способен генерировать различные виды тремора. Использовать терапевтический эффект тремора можно с помощью биомеханической стимуляции.

Биомеханическая стимуляция – механическое воздействие на мышцы с целью получения физиологических сдвигов. Она осуществляется путем воздействия на мышцы человека вибрацией, а в результате проявляются физиологические эффекты, следствием которых является улучшение кровоснабжения, проводимости нервного импульса, метаболизма. Для создания вибрационной нагрузки применяют вибрацию с частотой 15–50 Гц, амплитудой 4–5 мм, которая соответствует диапазону частот органов человека [1]. Это дает возможность применять вибротренировку как для развития физических качеств, так и для реабилитации спортсменов после травм.

С целью повышения эффекта от биомеханической стимуляции для реабилитации спортсменов после травматического воздействия разработано портативное устройство. Устройство для реабилитации спортсменов состоит из пластикового корпуса, внутри которого размещен электрический мотор-редуктор и механизм, передающий и трансформирующий вращательное движение вала электродвигателя в поступательное движение вибротодов. Работа механизма осуществляется следующим образом: выходной вал передает вращательное движение двигателя на кулачковый механизм, трансформирующий вращательное движение в поступательное движение коромысел, заставляющее вибротоды совершать возвратно-поступательные движения с определенной частотой и амплитудой. На нижней поверхности корпуса располагаются вибротоды и элемент управления (двухпозиционный переключатель). Питание электродвигателя осуществляется от электрической сети 220 В.

Принципиальным отличием данного устройства является наличие двух вибротодов с возможностью действовать независимо друг от друга при различном положении кулачков.

### Литература

1. Назаров, В.Т. Биомеханическая стимуляция: явь и надежды / В.Т.Назаров. – Минск: Полымя, 1986. – 95 с.

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СПОСОБНОСТИ К ОРИЕНТИРОВАНИЮ В ПРОСТРАНСТВЕ**

Студент гр. 119819 Говзич С.В.

Канд. пед. наук, доцент Попов В.П.

Белорусский национальный технический университет

Для проявления быстроты, точного восприятия и переработки пространственной информации из внешней среды спортсмену необходимо обладать хорошо развитой способностью к ориентированию в пространстве. Данная способность является важным, а нередко и главным фактором успешной деятельности в большинстве сложнокоординационных и игровых видов спорта, а также единоборств. Способность к ориентированию в пространстве является жизненно необходимым навыком.

Предлагаемое устройство позволяет повысить эффективность тренировочного процесса за счет развития способности к ориентированию в пространстве, а также дифференцировке мышечных усилий. Кроме того, устройство может использоваться для реабилитации лиц с нарушением функции нервно-мышечного аппарата.

В разрабатываемом устройстве с пульта управления дискретно задается частота вращения вала электродвигателя и высота расположения мишени. Электродвигатель приводит в движение ведущий вал, который посредством гибкой муфты соединен с ведомым валом. Эксцентриковый зажим закрепляет мишень на нужной высоте на ведомом валу, при этом отверстие мишени проецируется на спортсмена попеременно во фронтальной или в промежуточной плоскости. Во фронтальном положении оно полностью открыто для броска, в промежуточном положении мяч не пройдет сквозь отверстие, а попадет в мишень, заставив ее отклониться от вертикального положения. Благодаря наличию гибкой муфты такое отклонение не приведет к разрушению мишени, и после окончания воздействия брошенного мяча она вернется в исходное положение. Спортсмен бросает баскетбольный мяч в мишень. Если после совершения броска прерывается сигнал, поступающий от передатчика к приемнику светового барьера, который находится внутри мишени, регистрируется попадание мяча. Результаты двигательных действий при взаимодействии спортсмена с устройством отражаются на дисплее, размещенном на лицевом планшете пульта управления.

Данное устройство может применяться в различных учебно-спортивных учреждениях, а также в реабилитационно-восстановительных центрах.

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТОЧНОСТИ ПОПАДАНИЯ МЯЧА ПРИ УДАРЕ ПО ФУТБОЛЬНЫМ ВОРОТАМ**

Студент гр. 119819 Иванов Р.С.

Доцент Барановская Д.И.

Белорусский национальный технический университет

Точность выполнения ударов в футболе – один из основных показателей мастерства. Юные футболисты должны понимать, что работа над точностью удара – это длительный и кропотливый процесс. Нельзя в игровом эпизоде ударить точно, если игрок не может это сделать в простой ситуации по неподвижному мячу. Большое значение для эффективной игры имеет точное выполнение штрафных ударов. Футболист должен провести удар так, чтоб вратарь не смог предвосхитить его движение и перехватить мяч. Это требует высокого уровня психологической, физической и технико-тактической подготовленности. Особую роль здесь играют двигательльно-координационные и скоростные способности.

В настоящее время невозможно представить спортивную тренировку без применения различных технических средств. Для отработки точности удара по мячу в футболе необходимо создать устройство, которое обеспечивало бы оценку качества удара и представляло спортсмену статистику о точности попадания мячом в ворота для дальнейшей корректировки плана проведения тренировки.

С целью совершенствования точности попадания мяча по футбольным воротам было разработано устройство, представляющее собой разъемную сборную конструкцию, состоящую из штанги, перекладины, опорных уголков, подвесных опор, щитов, датчиков силы, которые закрепляются на пластинах, светодиодов, встроенных в пластины, и блока управления. В блоке управления программируется, какие именно области и с какой скоростью будут подсвечены светодиодными лампами. Области и скорость переключения подсветки программирует и контролирует тренер. После удара по мячу датчики, установленные на щитах, передают сигнал в блок управления, по алгоритму рассчитывается скорость реакции спортсмена, сила удара и точность попадания мяча в ворота.

Конструкция устройства позволяет использовать его для совершенствования двигательльно-координационных и скоростно-силовых способностей, технико-тактической подготовленности. Имея полученные данные, а также данные биологической обратной связи можно оценить реализацию игрового потенциала футболиста.

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРАВИЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ УДАРОВ ГОЛОВОЙ ПО МЯЧУ В ФУТБОЛЕ**

Студент гр. 119810 Красникевич Д.Л.

Доцент Барановская Д.И.

Белорусский национальный технический университет

Современный футбол предъявляет высокие требования к физической и технико-тактической подготовленности игроков. Успеха в игре добиваются те команды, в которых спортсмены обладают широким диапазоном двигательных действий и могут в сложной, постоянно изменяющейся игровой обстановке эффективно провести специальные приемы. Одним из таких приемов является удар головой по футбольному мячу. В данном действии отмечается комплексное проявление различных двигательных способностей, таких как скоростно-силовые (взрывная сила при выпрыгивании и ударе по мячу) и координационные (способность к ориентированию в пространстве, дифференцировка мышечных усилий). Использование технических средств позволяет повысить эффективность процесса обучения и совершенствования двигательных способностей спортсменов, а также позволяет оценить уровень различных сторон подготовленности.

С целью оценки правильности выполнения удара головой в прыжке было модернизировано устройство, созданное на базе кронштейна с подвесным мячом. Устройство состоит из нескольких элементов, таких как подвесной мяч, тензоплатформа для измерения высоты прыжка, обруч с 3 тензодатчиками, соединенными со светодиодами, кронштейн с несколькими стойками, блок обработки и вывода информации.

Футболист с закрепленным на голове обручем с тензодатчиками занимает исходное положение на тензоплатформе. Его задача – выполнить выпрыгивание с последующим ударом головой по мячу с заданными параметрами. Во время соприкосновения головы с мячом происходит регистрация удара. Центральный светодиод загорается в том случае, если удар головой был выполнен правильно.

Данные с тензодатчиков и тензоплатформы передаются на микроконтроллер, обрабатываются и выводятся на экран видеопанели. Выходными данными являются сила удара, высота выпрыгивания, импульс силы и уравнение движения мяча.

Устройство можно использовать также для обучения и совершенствования техники выполнения ударов головой в процессе проведения тренировочных занятий. Полученные данные позволят корректировать траекторию полета мяча с учетом регистрируемых биомеханических параметров.



## УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗВИТИЯ И ОЦЕНКИ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ МЫШЦ КИСТЕЙ РУК

Студент гр. 119819 Зинкевич П.Ю.

Ст. преп. Зайцев И.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Закон Хилла в спортивных движениях реализуется через зависимость скорости сокращения мышц – величина развиваемого усилия. Информация, получаемая из практического применения закона Хилла в спортивных движениях, позволяет оценивать скоростно-силовые характеристики мышц. Значения этих параметров различны для каждого спортсмена и их сочетание связано с подбором индивидуализированных средств и методов спортивной тренировки. Уровень проявления скоростно-силовых способностей во многом определяет эффективность соревновательной деятельности практически во всех видах спорта. Для контроля тренировочного процесса необходимо использовать технические средства, позволяющие объективно оценивать эти способности.

С целью определения скоростно-силовых характеристик мышц кистей рук разработано устройство для оценки сжимающего движения в зависимости от скорости этого движения. Конструкция устройства состоит из электродвигателя, который осуществляет при помощи передаточного механизма возвратно-поступательные движения подвижной рукоятки устройства. Процессор задаёт линейную скорость сокращения мышцы кисти при максимальном усилии, где скорость перемещения рукоятки лежит в диапазоне от 0,1 до 3 м/с. Управление системой, выпускающей рукоятку, осуществляется концевым выключателем, расположенным на внутренней поверхности неподвижной рукоятки, по минимальному сигналу с тензодатчика. Обработанная информация предоставляется пользователю на дисплее пульта управления в виде значения максимального усилия и графика зависимости скорости сокращения мышцы от величины развиваемого усилия.

Несмотря на простоту конструкции устройства, информация, получаемая от данного прибора, незаменима при оперативном анализе скоростно-силовых возможностей мышц кистей рук с точки зрения закона Хилла и позволяет выразить их в единицах, соразмерных с механической мощностью (Вт).

Устройство может применяться не только для оценки скоростно-силовых возможностей мышц кистей рук, но и для их тренировки путем регулирования скорости перемещения рукоятки.

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ МЫШЦ ТУЛОВИЩА**

Студентка гр. 119819 Левчук О.С.

Ст. преп. Попова Г.В.

Белорусский национальный технический университет

Современная система подготовки спортсменов основана на физических нагрузках, которые по интенсивности и объему приближаются к пределу физиологических возможностей человека. Следствием перенапряжения мышц у спортсменов является асимметрия мышц туловища.

Целью работы являлась разработка конструкции устройства для оценки функциональной асимметрии мышц туловища, позволяющего расширить область применения от медицины до физической культуры и спорта.

Принцип работы: в исходном состоянии, когда площадка и ее подвижный элемент образуют одну плоскость, на площадке лицом вниз размещают испытуемого. Закрепив ноги захватами, испытуемый укладывается таким образом, чтобы начало подвижной части площадки находилось на уровне нижнего поясничного позвонка. Оси вращения датчиков угла поворота, находящиеся по бокам туловища, должны с помощью регулировочных кронштейнов и фиксаторов положения совместиться с осью прогиба туловища в районе нижнего поясничного позвонка. На плечевом поясе с помощью крепежного элемента крепится эластичный хват.

Нажатием кнопки «Вкл/Выкл» активируют устройство. Кнопка «Нулевое положение» устанавливает пишущий элемент регистратора в начальное положение. Включение регистратора осуществляется нажатием кнопки «Старт». Это приводит в движение электромеханический цилиндр, который опускает подвижный элемент площадки вниз. Одновременно с включением регистратора приводится в действие датчик времени. Туловище испытуемого лишается опоры, при этом в плечевом поясе появляются вращательные движения, если мышцы развиты неодинаково. Эти движения вызывают разбалансировку мостовой схемы, в измерительной диагонали, которой возникает электрический сигнал, поступающий на регистратор.

Главным достоинством устройства является возможность диагностирования нарушения осанки на ранней стадии ее возникновения путем исследования характеристик силы мышц туловища при их естественном напряжении.

## **ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОТРАБОТКИ ПРИЕМА МЯЧА В НАСТОЛЬНОМ ТЕННИСЕ**

Студент гр. 119810 Гиль М.А.

Канд. пед. наук, доцент Попов В.П.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время ни один вид спорта не обходится без использования технических средств в тренировочном процессе. Чем точнее с помощью тренажёра можно смоделировать соревновательную деятельность, тем более эффективным является тренажёр. Все удары в настольном теннисе зависят от характеристик приходящего от соперника мяча, то есть от его скорости, вращения, траектории полёта и точки отскока от стола. Из существующих тренажёров наиболее эффективным является пушка для настольного тенниса. Обычно основным элементом таких пушек является специальная насадка на ствол, состоящая из цилиндрического корпуса, отражателя мяча, закрепленного на корпусе шарнирно на оси посредством двуплечего рычага, противоположное плечо которого подпружинено. В корпусе установлен винт, проходящий через прорезь плеча рычага, пружина охватывает этот винт. Для изменения положения отражателя мяча относительно оси корпуса служит регулировочная гайка. Отражатель мяча выполнен в виде желоба и имеет накладку, выполненную из материала с повышенным коэффициентом трения. Такая конструкция не обеспечивает достаточной точности настроек для придания вращения теннисному мячу.

Предлагаемое усовершенствованное устройство представляет собой панель управления, на которой имеются кнопки установки режимов работы, скорости, вращения и жидкокристаллический экран. С помощью панели управления задаются настройки скорости вращения роликов и угла поворота метательной головки.

В метательной головке теннисный мяч приобретает направление и скорость вращения уже за счёт роликов внутри ствола, приводимых в движение шаговыми двигателями, поверхность которых изготовлена из специальной резины, которая используется для изготовления поверхности теннисных ракеток. Задавая скорость вращения роликов, можно обеспечивать все виды вращения теннисного мяча. Имеется программа автоматического режима. Работа данного устройства предусматривает 2 режима: режим «Тренер», режим «Автоматический». Режим «Тренер» предусматривает, что тренер сам задает параметры вылета определенного количества мячей. В режиме «Автоматический» параметры вылетов мячей задаются случайным образом.

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ВИБРАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ**

Студентка гр. 119810 Пушнова В.Н.

Канд. биол. наук, доцент Парамонова Н.А.

Белорусский национальный технический университет

В современном спорте предъявляются высокие требования к уровню подготовленности спортсменов. Практически во всех видах спорта необходимо проявление скоростно-силовых качеств, гибкости и силовой выносливости. С целью повышения эффективности развития физических качеств широко применяется вибрационная тренировка. Вместе с тем, доказано наличие негативного влияния определенных частот на человеческий организм. Существует множество модификаций вибротренажеров, однако они в должной мере не позволяют индивидуализировать параметры вибрационной нагрузки.

Целью данной работы является совершенствование устройства для биомеханической стимуляции мышц.

Назначение изделия – регистрация амплитуд волны механических колебаний по точкам на теле спортсмена, анализ полученных амплитуд и управление положением опорной площадки.

Данная разработка является дополнением к тренажеру Назарова [1], применяемому для биомеханической стимуляции мышц, и представляет собой систему управления устройством, выполненную в виде пульта управления. К системе подключены датчики ускорения, которые устанавливаются на обе ноги спортсмена на уровне тазобедренного, коленного и голеностопного суставов. Спортсмен становится на тренажер и выбирает частоту вибрации площадки. Во время работы датчики ускорения регистрируют амплитуду прохождения механических колебаний и передают полученную информацию в систему управления. В системе управления полученные данные аккумулируются, анализируются и передаются на компьютер. Также в системе управления предусмотрен шаговый двигатель, регулирующий положение опорной площадки в зависимости от полученных результатов.

Полученные данные позволяют индивидуализировать процесс подготовки спортсмена и максимально снизить негативные побочные воздействия вибрации на опорно-двигательный аппарат.

### **Литература**

1. Назаров, В.Т. Биомеханическая стимуляция: явь и надежды / В.Т.Назаров. – Минск: Полымя, 1986. – 95 с.

## **ГИДРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ МОЩНОСТИ ГРЕБКОВЫХ ДВИЖЕНИЙ ПЛОВЦА**

Студент гр. 119810 Григорьев Д. А.

Ст. преп. Зайцев И.Ф.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время необходимым условием для эффективной подготовки спортсменов является использование различных тренажеров. Для тренировки мощности гребка в плавании существует ряд тренажеров, применяемых как в условиях тренировки в зале, так и в воде, обеспечивающих разную степень соответствия мощности, развиваемой в физических упражнениях.

Актуальной является разработка тренажера для развития мощности гребковых движений пловца в режиме реального плавания с точным дозированием нагрузки.

Представленное устройство разработано на основе тренажера гидрокинетического типа и представляет собой портативное устройство, создающее момент, противодействующий продвижению пловца в воде. Он состоит из генератора постоянного тока, системы приводных роликов, смонтированных на валу генератора, с огибающим их тяговым шнуром и захватами для пояса, расположенными по обоим концам шнура, а также поясной ремень для крепления пловца. Вал генератора приводится во вращение за счет сил трения тягового шнура о поверхность приводных роликов. Тренажер устанавливается на бортике плавательного бассейна.

Данный тренажер эксплуатируется в помещениях с повышенной опасностью поражения электрическим током, поэтому в конструкции тренажера не используется источник энергообеспечения, связанный с сетью переменного тока.

Тяговый шнур имеет длину, соответствующую длине дорожки плавательного бассейна.

Преобразователь видов движения представляет собой систему приводных роликов определенной конфигурации, жестко смонтированных к валу.

Исполнительным элементом является генератор постоянного тока с возбуждением постоянных магнитов. 10 режимов работы определяются нужной величиной электрической нагрузки генератора постоянного тока.

Использование данного устройства в тренировке пловцов позволит оптимизировать процесс подготовки за счет индивидуализации нагрузки в зависимости от уровня подготовленности. Такой подход предотвратит пловцов от перетренированности и продлит спортивное долголетие.

## **ТРЕНАЖЕР «ЩИТ-ОТРАЖАТЕЛЬ» ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ СПОРТСМЕНОВ В НАСТОЛЬНОМ ТЕННИСЕ**

Студентка гр. 119810 Калодько Е.А.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В.Е.

Белорусский национальный технический университет

Неопределенность условий игровой деятельности в настольном теннисе осложнена жестким лимитом времени и широкой вариативностью действий соперника. Наибольшего эффекта в совершенствовании двигательных способностей спортсменов можно достигнуть путем применения в тренировочном процессе технических средств.

Для совершенствования точности выполнения технических приемов в настольном теннисе усовершенствован тренажер «Щит-отражатель». Он предназначен для индивидуальной тренировки спортсмена над стабильностью и точностью выполнения различных ударов. Тренажер представляет собой комбинированный щит, состоящий из четырех соединенных между собой поверхностей: передка тренажера, который придвинут вплотную к сетке, поворотного козырька, вертикальной стенки и горизонтального основания. Тренажер устанавливается непосредственно на столе возле сетки на стороне противника.

Для корректировки угла наклона каждой из четырех поверхностей предполагается введение программного механизма на основе микроконтроллера, задающего угол наклона каждой поверхности комбинированного щита. Работа системы предусмотрена в двух режимах: автоматическом и ручном. На поворотный козырек установлен датчик, фиксирующий количество касаний мяча. Значения количества касаний отображаются на светодиодной панели. В автоматическом режиме в зависимости от количества зафиксированных датчиком касаний мяча происходит смена угла наклона поверхностей «Щита-отражателя». В ручном режиме для корректировки угла наклона используется блок управления.

Данный тренажер может использоваться для отработки технических приемов на различных этапах многолетней подготовки в настольном теннисе.

## **РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА**

Студентка Бойчук М.А., студент Лесников А.Г.  
Аспирант Осадчий А.В.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Регулярные физические нагрузки, выполняемые в оптимальных режимах, стимулируют адаптационный потенциал и повышают стрессоустойчивость организма. Изучение функционального состояния организма (ФСО) пациентов, их уровня физической подготовленности представляет особый интерес, что позволяет не только получать важную информацию о текущей динамике исследуемых функций, но и прогнозировать их возможные изменения. На сегодняшний день оценка ФСО производится по множественным параметрам: артериальное давление, анализ ЭКГ, частота сердечных сокращений (ЧСС), сатурация крови кислородом и т.д. Использование одновременно нескольких аппаратов для определения ФСО иногда затруднительно и не все амбулатории могут позволить себе иметь в наличии все необходимые аппараты. Эффективной будет один комплекс, который будет производить комплексную оценку ФСО.

Данные критерии и определили цель нашей работы, которая заключалась в выявлении закономерностей в изменении функционального состояния организма пациентов и возможности прогнозирования данных изменений на основе одного аппарата, пульсоксиметра.

Пульсоксиметрия является неинвазивным и комплексным методом оценки состояния сердечно-сосудистой системы (ССС), а именно периферического кровообращения. Изменения ФСО в первую очередь имеют влияние на ССС, что приводит к изменению в периферическом кровотоке, также изменяется сатурация крови, ЧСС, артериальное давление.

С помощью пульсоксиметрии возможно получить кривые фотоплетизмограммы, ЧСС и оксигенацию крови. Фотоплетизмограмма содержит в себе кривые 1-го порядка (объемный пульс), 2-го порядка (совпадают с дыхательными волнами) и 3-го порядка (имеют период нескольких дыхательных волн), то есть дыхание, сатурация крови и периферическое кровообращение взаимосвязаны.

В данное время авторами производится разработка программного комплекса на базе пульсоксиметра «Ютасокси-200», для оценки ФСО на основе ЧСС, сатурации крови и анализа кривых фотоплетизмограммы. Что даст возможность неинвазивно, быстро и на базе одного аппарата провести оценку ФСО.

## ПРИСОСКИ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ПУЛЬСОМЕТРА

Студент гр. ПБ -02 Рубан М.Л.

Ассистент Осадчий А.В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

В последнее время достаточно много уделяется внимания здоровью, а именно предотвращению возникновения заболеваний, ранней диагностике.

Один из простых в использовании приборов, для этого, является пульсометр. Это достаточно простой и эффективный диагностический прибор распространено используется в спортивной медицине.

Наиболее распространенным прибором для ранней диагностики у спортсменов есть пульсометр с нагрудным датчиком.

Основной принцип действия пульсометра заключается в следующем, электронные сигналы работы сердца, возникающие в результате его сокращений, передаются от датчика до принимающего устройства, их обрабатывает и выводит на дисплей. Кроме того, данные, которые отображаются на экране, можно хранить и воспроизводить после тренировки.

Существует одна особенность использования данных приборов, а именно, для хорошего контакта с телом, электроды датчика необходимо смазать гелесодержащими маслами на водной основе, но не всегда во время тренировки рядом находится емкость с данным маслами. И если электрод отсоединился от тела, то установить на обратное место его почти невозможно без применения масла.

Для упрощения использования пульсометра предлагается изготавливать присоски для электродов датчика из силикона [1].

Силикон обеспечивает шероховатость поверхности Ra 0,8 мкм, является приятным на ощупь, не повреждает поверхность кожи и достаточно легко и удобно устанавливается без использования гелесодержащих масел [2].

Можно использовать 2-4 присоски (в зависимости от количества электродов), незначительного диаметра, а именно от 5-10 мм.

Присоски не испортят эстетичный вид человека. Датчик можно носить под любой одеждой и он не является заметным.

### Литература

1. 21 CFR 177.2600 «Гумові вироби, призначення для багаторазового використання» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://www.fda.gov/>
2. ГОСТ Р 50444-92 «Приборы, аппараты и оборудование медицинские». – Москва.: Госстандарт России, 1993.



## СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕРКИ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФУТБОЛЬНОГО МЯЧА

Студент гр.113219 Силич В.В.

Преп. Савченко А.Л.

Белорусский национальный технический университет

Английский или белорусский. Футбол остается футболом, а точнее самой популярной игрой в мире. Чтобы разработать и протестировать новую конструкцию идеального мяча, который отвечает всем требованиям FIFA мы должны разработать ряд тестовых процедур и создать новые аппараты с необычными функциями.

Крупной проблемой сегодня являются затраты времени на проведение испытаний. На решение этой проблемы расходуется огромное количество выброшенного времени, при этом не всегда испытания приводят к желаемому результату. Путей решения у этой задачи есть несколько, но самый простой – замена мускульных сил человека на машину.

На что тратится уйма электрической и человеческой энергии? На износ. Для того, чтобы протестировать новую усовершенствованную модель мяча профессиональному футболисту требуется 2 года на испытания в реальных условиях. Если рассмотреть на примере новую предложенную мною модель, то принцип действия такой: несколько мячей закладывают внутрь барабана, внутренняя поверхность которого оклеена искусственным футбольным газоном, заливают несколько литров воды, засыпают песок включают и вращают в течение определенного времени (несколько часов). Потом извлекают и смотрят, насколько сохранилась поверхность, рисунок и т.п. Таким образом имитируются даже более жесткие условия истирания, чем в реальном матче.

В данном случае 2 года работы футболиста заменяются 2 часами работы машины. Таким путем можно достаточно снизить материальные затраты на работу футболиста,

Нельзя оставить без внимания и тот факт, что разработка такого автомата экономит время. Использование данного устройства позволяет не только с каждым годом совершенствовать футбольные мячи, но и проводить множество испытаний с ними.

Первое трудно сделать мяч абсолютно непроницаемым. Мячи быстро впитывают воду, набирают до половины веса. Разработанный нами аппарат решает эту задачу.

В результате выполнения проекта была разработана такая установка, отвечающая всем требованиям технического задания. Соответствующие расчеты, приведенные в данной пояснительной записке, подтверждают работоспособность разработанной конструкции.

## **ВЛИЯНИЕ КОРРЕКТНОСТИ ТЕРМИНОЛОГИИ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ОЦЕНОК В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Магистрант Шумская М.О.

Д-р пед. наук, профессор Бельский И.

Белорусский национальный технический университет

Известно [1], что определение целей применения тестовых оценок является начальным этапом разработки теста, во многом определяющим научную и практическую значимость проводимых педагогических исследований.

В [2] в качестве фактора, отрицательно сказывающегося на проведении научных исследований в области педагогики и эффективном использовании их результатов, отмечены отсутствие соподчиненности научных категорий – педагогическая технология, методика, программа, а также использование в анализе итогов педагогического тестирования такой «единицы измерения», как балл.

В данной работе показано, что в отличие от [2], отсутствие или наличие противоречий в использовании терминов определяется правильностью использования основополагающих документов, регламентирующих рассматриваемую область деятельности. На наш взгляд, педагогическое исследование, в основе которого лежит измерение педагогического конструкта, должно непротиворечиво согласовываться с основополагающими документами в области измерений физических величин, которыми являются [3,4].

Прежде всего отметим, что согласно [3], величина (измеримая) определяется как «характерный признак (атрибут) явления, тела или вещества, которое может выделяться качественно и определяться количественно», что вполне соответствует определению педагогического атрибута [1]. В этой связи к педагогическим атрибутам вполне применимо и определение физической величины (величины) как одного из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них [4]. Более того, внимательное рассмотрение определения понятия средства измерений как технического средства, предназначенного для измерений, имеющего нормированные метрологические характеристики, воспроизводящего и (или) хранящего единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени [4], качественно

соответствует определению теста как инструмента для измерения педагогического или психологического конструкта [1] .

Следовательно, основные этапы проведения педагогического тестирования (измерения педагогического атрибута, или конструкта), обработки и оценивания характеристик погрешностей результатов также должны согласовываться с основными этапами проведения процесса измерения физической величины, которое согласно [4] определяется как «совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины».

В работе показано, что такое соответствие действительно существует. Следовательно, все проблемы формирования шкал для оценивания результатов тестирования в баллах должны решаться не исходя из особенностей педагогики как науки, а наоборот – на основе общности основных закономерностей процессов измерений физических величин, педагогических и психологических конструктов.

Аналогично, не может и не должно быть никаких проблем соподчиненности научных категорий – педагогическая технология, программа, методика, отражающих каждая свой уровень достижения результата педагогического процесса: технология – совокупность операций и правил для процесса достижения конечного результата в целом, программа – содержание педагогического процесса на соответствующем уровне достижения результата, методика – совокупность операций и правил, используемых для достижения частного уровня результата.

### **Литература**

1. Крокер, Л. Введение в классическую и современную теорию тестов / Л. Крокер, Дж. Алгина; под общей ред. В.И. Звонникова и М.Б. Чельшковой.– М.: Логос, 2012. – 668 с.)
2. Греховодов, В.А. Анализ современных понятий в научных педагогических исследованиях / В.А. Греховодов // Теория и практика физической культуры. – 2013. – №9. – С. 58 – 60.
3. Международный словарь основных и общих терминов в метрологии. ИСО, 1993.
4. РМГ 29-99. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.

## **СЕКЦИЯ 7. СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

УДК 628.1:004(083)

### **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Студент гр. 313518 Алферчик О.В.

Ст. преп. Купреева Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Современные условия деятельности предприятий, использующих в производственных целях измерительное оборудование и/или методики выполнения измерений, требуют постоянного анализа состояния метрологического обеспечения процесса производства или эксплуатации продукции или оказания услуг предприятия.

КУП «Минскводоканал» – это государственная организация, деятельность которой направлена на бесперебойное обеспечение потребителей услугами водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод, эффективное использование водных ресурсов и рациональное использованием топливно-энергетических ресурсов. В настоящее время на предприятии функционируют такие аккредитованные лаборатории, как лаборатория электрофизических измерений и испытаний, химико-технологическая и химико-бактериологическая лаборатории. В обороте предприятия находится значительное количество измерительного оборудования, в том числе около 200 типов единиц измерений (общее количество составляет более 200 тысяч средств измерений).

Основная проблема в деятельности метрологической службы предприятия, возникающая при сборе и обработке исходных данных (специальной технической информации) высококвалифицированными работниками, заключается в значительных временных затратах на данный процесс. Для ускорения процесса поиска и анализа получаемой информации об используемом измерительном оборудовании и действующих на них НД и ТНПА на предприятии было принято решение о разработке и внедрении автоматизированной базы данных. В настоящее время, учитывая специфику предприятия, нами разрабатывается автоматизированная локальная база данных «Информационно-поисковая система (ИПС) СИ, ТНПА и НД» в пакете Microsoft Office – Access 2007, которая позволит осуществлять быстрый поиск конкретных средств измерений, ТНПА или НД, устанавливающих требования к ним; отслеживать на предприятии их перемещение, ускорить оборот документации между сотрудниками, снизить объем документов на бумажных носителях, обеспечить безопасное хранение электронных документов, исключая возможность их дублирования и др. Внедрение автоматизированной базы данных в КУП «Минскводоканал» повысит результативность деятельности метрологической службы предприятия.

## **НОРМАТИВНО – МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРОДУКЦИИ НА НПО «ФЕНОКС»**

Студент гр.313518 Бакунович В.В.

Ст. преп. Петрусенко П.А.

Белорусский национальный технический университет

Для развития системы качества на предприятии используются последние версии руководящих указаний придерживающиеся технологии системного анализа:

- перспективное планирование качества продукции и плана контроля (APQP);
- анализа потенциальных характера и последствий отказов (FMEA);
- анализ систем измерения (MSA);
- процесс утверждения детали для серийного производства (PPAP);
- статистический контроль процесса (SPC);
- пригодность процесса контроля (VDA).

Анализ приемлемости системы измерения осуществляется до начала проведения измерений[1]. Анализ приемлемости – это анализ статистических характеристик измерительного/контрольного процесса[1].

Перед проектированием систем измерения в жизненном цикле систем измерения, важное значение имеет этап планирования. Многие решения, принятые на этапе планирования, оказывают влияние на направление и на выбор измерительной аппаратуры. На этапе планирования задается курс, и этот этап оказывает существенное влияние на то, насколько хорошо работает процесс измерений, и он может уменьшить число возможных отклонений в будущем. Зависимость от информации о характеристиках детали уменьшается, и план отбора (выборки) образцов можно уменьшить (с пяти деталей за один час до одной детали в смену

При применении аналитических методов более глубоко анализируются существующие процессы и вносятся необходимые изменения, сокращается время разработки и согласования нормативной и технической документации.

### **Литература**

1. Анализ систем измерений. Справочное руководство. Третье издание, март 2002 года, Авторское право © 1900, © 1995, ©2002 Корпорация DaimlerChrysler Corporation, Ford Motor company, General Motors Corporation.

## **НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН**

Студент гр. 113529 Белая Т.В.

Преп.-стажер Боханко И.А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время машиностроительные предприятия Республики Беларусь производят широкий спектр строительной и транспортной техники, в частности землеройных машин. Подобные машины работают в весьма разнообразных и тяжелых условиях. При этом работы часто ведутся на участках, расположенных на больших расстояниях от промышленных центров и хорошо оснащенных мастерских. В связи с этим вопрос разработки и использования стандартов, устанавливающих определенные требования к конструкции машин, является весьма актуальным.

Одним из основных условий обеспечения качества землеройных машин является наличие соответствующей нормативной базы, т.е. комплексной системы норм и правил по их проектированию, изготовлению, эксплуатации и контролю. В ходе работы по изучению нормативно-методического обеспечения землеройных машин была составлена классификация проблем, которые возникают преимущественно при их производстве, эксплуатации, а также связаны с зависимостью от импорта сырья и ориентации сбыта продукции на рынки других стран.

Был проведен анализ требований действующих в Республике Беларусь НД и ТНПА на землеройные машины. Поскольку очевидна ориентированность данного направления машиностроения на международный рынок, то возникает необходимость достижения максимальной степени гармонизации требований стандартов, действующих в нашей стране с международными нормами.

С учетом существующих проблем нами ведутся работы в рамках Плана технического нормирования и стандартизации Министерства промышленности Республики Беларусь по разработки стандартов в области землеройного машиностроения.

На данном этапе осуществляется разработка межгосударственных стандартов ГОСТ ISO 6750 «Машины землеройные. Эксплуатация и обслуживание. Оформление и содержание эксплуатационных документов» и ГОСТ ISO 9244 «Машины землеройные. Таблички безопасности на машинах. Основные принципы». Данные документы разрабатываются с целью установления основных принципов и гармонизированных требований к проектированию и применению знаков безопасности для землеройных машин в соответствии с ISO 6165.

## СУБЪЕКТИВНЫЕ И ОБЪЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В СОВРЕМЕННОЙ КОЛОРИМЕТРИИ

Магистрант Гиль Н.Н.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Поскольку цвет является психобиологической величиной, и его измерение сложно в полной мере отнести к категории технических понятий, тем не менее стремительно развиваются технологии его количественной интерпретации для различных областей промышленности, науки и техники. В 1946 г. Ньюберг предложил выделить в процессе интерпретации цветового воздействия на орган зрения три уровня: физический, физиологический и психологический. И соответственно для описания цвета на этих уровнях предусмотрены методы спектрофотометрии, абсолютной и относительной колориметрии и высшей колориметрии [1]. Цвет, являясь трехмерной величиной, описывается множеством субъективных и объективных (аппаратурно измеряемых) характеристик. К субъективным относят субъективную яркость, светлоту, насыщенность, цветовой тон, полноту, чистоту, изолированность цвета, комплиментарность [1]. К объективным - координаты цвета, координаты цветности, доминирующую длину волны и мощность излучения. Субъективные методы исследований цвета несамосветящихся объектов основаны на зрительном уравнивании исследуемого образца с образцами цветовых атласов и палитр при определенном внешнем освещении; для самосветящихся объектов, как правило, применяют компараторы, направляя пучки света на стандартные отражатели (нормали). Объективные методы исследований можно условно разделить на анализ, моделирование и измерения. Анализ и моделирование основаны на применении компьютерных технологий и аппаратно зависимых пространств RGB, CMYK, HSB, HLS, sRGB Grayscale и Registration color и др.с целью оценки незначительных цветовых различий в пределах диапазонов гамутов цветопередающих устройств. Для проведения измерений применяют радиометры, спектрофотометры, спектрометры и другие средства измерений. Идентификация цвета осуществляется с помощью условных шкал аппаратно независимого пространства XYZ (1931 г.) и его производных -  $xyZ_2^0$  (1931), Hunter Lab (1958), CIE Yuv (1960), CIE  $xyY_{10}^0$  (1964), CIE  $Yu'v'$  (1976), CIE  $Lu^*v^*$  (1976), CIE  $La^*b^*$  (1976), YIQ. При этом необходимым условием является обеспечение метрологической прослеживаемости результатов измерений.

### Литература

1. Марк Д. Фершильд. «Модели цветового восприятия». – М. 2004 г. – 439 с.

## ШКАЛЫ ЦВЕТОВЫХ МОДЕЛЕЙ В КОЛОРИМЕТРИИ

Магистрант Гиль Н.Н.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Изначально для оценки цвета как векторной трехмерной величины использовались универсальные цветовые атласы – упорядоченные по насыщенности, светлоте и цветовому тону наборы матовых, глянцевых и пропускающих образцов (чаще всего размерами 1,8×2,1 см или 2,1×2,8 см), наиболее распространенными из которых являются атласы Манселла, Виллалобоса, ICI, RAL, Pantone. Затем для отдельных областей стали разрабатываться специальные наборы, например, медицинские атласы цветов, служащие для обнаружения и исследований дефектов зрения. На основе атласов строятся цветовые шкалы различных градаций и диапазонов с учетом конкретных потребностей науки и техники - шкала цвета воды по ГОСТ 4266 - 12 оттенков; цвета нефтепродуктов ASTM - 80 оттенков; шкала для текстильной промышленности Бондарцева - 150 оттенков; шкала для текстильной промышленности Valetta. Codw des couleurs - 720 оттенков и др. Это шкалы наименований.

С появлением цветопередающих устройств - сканеров, цифровых камер, экранов, видеотерминалов, для оценки цвета стало возможным применять ранговые (условные) шкалы, основанные на определении координат цвета как интенсивностей в красном (R), зеленом (G) и синем (B) цветовых каналах с возможностью трансформирования в другие пространства - CMYK, HSB, HLS, sRGB, Registration color и др. Однако вследствие ограниченности цветовых охватов передающих устройств «утраченные» данные частично компенсируются интерполяцией программными средствами. Для повышения достоверности результатов измерений применяют шкалы аппаратно независимых пространств – XYZ и его производных, а также сравнительно недавно разработанных – RLab, ZLab, CIECAM97s, CIECAM02, модель Няятани, модель Ханта. При этом измерения в программно-аппаратных средах основаны на применении дисперсионного анализа: выделенной группе пикселей изображения приписываются координаты цвета соответствующего элемента встроенной в программное обеспечение цветовой палитры по принципу наименьшей суммарной дисперсии по трем координатам рассматриваемого пространства. По сути, данные цветовые палитры представляют собой наборы виртуальных однозначных мер. В настоящее время используются палитры Pantone, ASTM FOCOLTONE, TRUMATCH, SpectraMaster, DIC и TOYO88, IT8 и др., которые эффективны также для калибровки и профилирования цветопередающих устройств.



## НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ И ЭНТРОПИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Студент гр. 113510 Гуляко Е.Н.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Термин «неопределенность», нашедший широкое распространение в современной метрологии с разработкой и введением Руководства по выражению неопределенности в измерениях, был заимствован из высшей математики, квантовой механики, лингвистики как отражающий на качественном уровне степень сомнения в правильности гипотезы, на количественном – вариацию некоторого параметра с заданной вероятностью. Близким по смыслу является понятие энтропии, в самом общем случае описываемое как «мера неупорядоченности, мера недостатка информации о рассматриваемой системе» [1]. Получив развитие из термодинамики, понятие энтропии со временем нашло широкое распространение и в других областях, в том числе, теории информации. К. Шеннон в работе «Математическая теория связи» (1948 г.) предложил формулу для оценки неопределенности кодовой информации в каналах связи, называемую энтропией Шеннона:

$$H = - \sum_{i=1}^N p_i \cdot \log_2 p_i$$

где  $p_i$  – вероятность «встречаемости» символа  $i$  в коде, содержащем  $N$  символов.

Трансформация формулы Шеннона позволяет получить выражения для других видов энтропии - частной, дифференциальной, условной, взаимной (объединения) и К-энтропии. Универсальность данного понятия позволяет изменять его для описания как непрерывных, так и дискретных и многомерных величин при планировании экспериментов и исследованиях сигналов и искажений информации в каналах связи. По мнению авторов, при разработке новых методов измерений, осуществляя восхождение от абстрактного к конкретному, эффективен переход от энтропии на стадии математического моделирования к неопределенности на стадии отработки моделей в измерительном эксперименте. Данный подход может быть применен при исследованиях возможностей методов новых измерений в колориметрии высокого разрешения.

### Литература

1. Волькенштейн, М.В. Энтропия и информация / М.В. Волькенштейн – М.: Наука, 1986. – 192 с., 148 с.

## **МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭСПЕРТИЗЫ**

Студентки гр. 113510 Гуляко Е.Н, гр. 113530 Токаренко И.М.

Канд. техн. наук, доцент Спесивцева Ю.Б.

Белорусский национальный технический университет

Вся документация на технические объекты, начиная от технического задания до рабочей документации должна подвергаться метрологической экспертизе, в противном случае в проект могут быть заложены неконтролепригодные требования. В процессе проведения экспертизы используют ТНПА и другие источники информации. Как правило, они содержат рекомендации общего характера с небольшим количеством примеров. На практике экспертам приходится сталкиваться с разнообразными объектами, что вызывает определенные трудности в определении целей и задач экспертизы, методики ее проведения. Поэтому разработка алгоритмов решения типовых задач метрологической экспертизы, является актуальной задачей. Такие алгоритмы могут быть полезны как метрологам и конструкторам, так и студентам.

В данной работе предпринята попытка обобщения и формализации метрологической экспертизы контрольно-измерительных приспособлений – типовых объектов машиностроительного производства. В основу предлагаемой последовательности проведения экспертизы положена методика проектирования норм точности [1], которая реализует системный подход Quality Function Deployment «структурирование функции качества». Процесс проектирования норм точности состоит из последовательного решения основных задач: выявление влияющих факторов (комплексных и элементарных), определение коэффициентов влияния, комплексирование параметров. С целью гармонизации подходов к количественному выражению требований к точности используются терминология и принципы, сформулированные в Руководстве по выражению неопределенности измерений [2].

### **Литература**

1. Серенков, П.С. Методы менеджмента качества. Проектирование норм точности./ П.С. Серенков, Ю.Б. Спесивцева – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 336 с.
2. Руководство по выражению неопределенности измерения. Пер. с англ.; Под науч. ред. проф. В.А. Слава – СПб.: ГП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», 1999 – 126 с.

## ОЦЕНКА СИСТЕМ НЕОДНОРОДНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Студентка гр.113520 Дашкевич Е.А.

Ст. преп. Хорлоогийн А.С.

Белорусский национальный технический университет

При оценивании объектов по значениям нескольких показателей приходится иметь дело не только с однородными показателями оцениваемого объекта. Нередко ставится задача оценки объекта по неоднородным показателям, то есть имеющим различные единицы измерений или оцененных в различных шкалах, то есть необходимо определить комплексный показатель объекта.

Для решения такой задачи необходимо:

1. Представить оцениваемый объект в виде системы показателей  $U = f(u_1, u_2, \dots, u_n)$ , представляющей собой совокупность неоднородных показателей (факторов), связанных между собой общей функциональной зависимостью и учесть, что:

1) измерение неоднородных показателей осуществляется в разных шкалах;

2) значения неоднородных показателей имеют различные единицы измерений.

2. Выбрать оптимальный метод решения поставленной задачи. Если комплексный показатель невозможно выразить через единичные с помощью объективной зависимости, необходимо применить субъективный способ образования комплексных показателей, например, экспертный метод оценки объекта.

В качестве примера можно представить физическое состояние человека в виде системы неоднородных показателей, которую необходимо с наилучшей достоверностью оценить, так как наличие необходимой и достаточной информации о физическом состоянии человека, например, достаточно сильно влияет на корректность процесса физической подготовки, и является одним из главных критериев достижения желаемого результата физической подготовки. Однако из-за большого количества показателей, оцениваемых в разных шкалах, применение объективных методов определения комплексной оценки (комплексного показателя) является достаточно трудоемким.

В таком случае целесообразно использовать экспертные методы оценки физического состояния человека, основанные на применении достаточно простых способов измерения состояний объекта, например, метода парных сравнений.

## **ЭКСПЕРТНЫЙ МЕТОД КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ СИСТЕМ НЕОДНОРОДНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Студентка гр.113520 Дашкевич Р.А.

Ст. преп. Хорлоогийн А.С.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня одним из эффективных способов решения задачи оценки систем неоднородных показателей является применение экспертных методов оценки.

Достоинствами экспертного метода оценки любого оцениваемого объекта является:

1. быстрота получения результатов без наличия нормативной базы;
2. возможность оценивания при невозможности измерить его характеристики количественными объективными методами.

Недостатками метода является его субъективность и соответствующие этому возможные ошибки результатов экспертизы, существенные затраты на привлечение опытных экспертов для участия в экспертных работах, влияние авторитетных членов экспертной группы и корпоративных интересов на мнение отдельных экспертов.

В качестве примера можно привести определение комплексной оценки физического состояния экспертными методами оценки.

В этом случае возникает необходимость проводить оценивание показателей в одной шкале. Структура оцениваемых характеристик и свойств объекта позволяет воспользоваться методом анализа иерархий (МАИ) в классической интерпретации Т. Саати, одним из самых известных методов решения практических многокритериальных задач самого различного характера и сложности.

Однако в ряде исследовательских работ, посвященных анализу этого метода, была показана некорректность работы МАИ при определенных наборах входных данных (нарушение принципа транзитивности). Следовательно, для решения задачи необходимо воспользоваться методом анализа экспертных данных, являющимся аналогом МАИ, но который бы корректно анализировал корреляцию факторов, влияющих на принятие решений.

Используя такой метод анализа экспертных оценок, решение задачи можно представить в виде определенной системы принятия решений в области поставленной задачи или в виде функции связи, определение которой осуществляется в два этапа:

1. Выбор метода измерения функции предпочтения в точках некоторого плана эксперимента.
2. Выбор метода аппроксимации функции.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОРАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИСТОЧНИКОВ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Студентка гр. 113519 Демидович А.Г.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в промышленности, приборостроении, криминалистике, косметологии, медицине и других областях широко используется ультрафиолетовое излучение. Это главным образом связано с появлением новых источников излучения, а именно долговечных ультрафиолетовых (далее УФ) лазеров и светодиодов.

УФ излучение характеризуется значительной биологической активностью, они оказывают положительное и отрицательное влияние на организм человека. Использование УФ светодиодных и лазерных источников излучения, не имеющих подтверждения спектрорадиометрических характеристик метрологическими органами, может принести вред человеческому организму. Поэтому необходимо обеспечить качество и безопасность выпускаемых УФ светодиодов, лазеров, ламповых источников, путем установления технических характеристик и соответствия их требованиям государственных и международных норм.

Исследование источников УФ излучения проводилось с помощью комплекса «Лямбда УФ». На комплексе «Лямбда УФ» были проведены серии измерений спектральной плотности энергетической освещенности для различных типов светодиодов.

Спектральной плотность энергетической освещенности испытуемого светодиода рассчитывается по формуле:

$$E_{e,\lambda\text{LED}} = E_{e,\lambda S} \frac{Y_{e,\lambda\text{LED}}}{Y_{e,\lambda S}}$$

где  $E_{e,\lambda S}$  – спектральная плотность энергетической освещенности эталонной лампы,  $Y_{e,\lambda\text{LED}}$  – измеренный сигнал при освещении испытуемым светодиодом;  $Y_{e,\lambda S}$  – измеренный сигнал при освещении эталонной лампой.

В результате исследования построены кривые спектральной плотности энергетической освещенности для различных типов светодиодов, а также разработана методика выполнения измерений спектрорадиометрических характеристик УФ источников излучения с использованием комплекса «Лямбда УФ».

## **НЕОБХОДИМОСТЬ ЛИДЕРСТВА В СИСТЕМЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ**

Студентки гр. 113530 Ермачкова А.А., Савицкая Н.М.

Д-р техн. наук, профессор Клепиков С.И.

Белорусский национальный технический университет

Повсеместное повышение деловой активности, обострение конкурентной борьбы заставляют организации использовать разработки не только в сфере производства и технологий, но и в сфере управления. Исследование блока «Ответственность руководства» в модели системы менеджмента качества в соответствии со стандартом ИСО серии 9000 версии 2008 года в первую очередь связано с изучением роли лидера в организации, который определяет и конкурентоспособность организации, и качество производимой ею продукции. При внедрении процессного подхода к управлению и при достижении таких целей как создание видения организации как целостной системы, определение и разграничение зон ответственности, реинжинеринг бизнес-процессов, происходит осознание ценности человеческих ресурсов. При этом на первое место выходит человек как личность, а не как функционал. Личность – понятие, прежде всего, социально-психологическое. Ставя личность на первое место, организации, исследователи, консультанты обращают свой взор на «лидерство». Обеспечивая лидерство на всех уровнях, организации становятся более гибкими, а, следовательно, и более конкурентоспособными.

Предлагаются показатели процесса лидерства:

1. Самооценка субъектов управления уровня EQ (Emotional Intelligence);
2. Оценка объектами управления, а также субъектами управления более высокого порядка уровня EQ субъекта управления.
3. Текучесть персонала (объекта управления), участвующего в конкретном процессе;
4. Удовлетворенность персонала – очень субъективный показатель, оценку которого может дать только сам персонал.

Зная показатели процесса, необходимо их измерить и отследить динамику. Для отслеживания динамики процесса лидерства, и, как следствие, его статистической управляемости, измерение показателей предлагается проводить с периодичностью от двух до шести раз в год. Основным отличием процесса лидерства от других процессов является субъективность его измерений, что неудивительно в силу социально-психологической основы процесса. При всей субъективности корреляция между высоким уровнем лидерства и конкурентоспособностью организации существует.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛАМЕННО-ИОНИЗАЦИОННОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА УГЛЕВОДОРОДОВ ВЫБРОСОВ АВТОМОБИЛЯ

Аспирантка приборостроительного ф-та Жужа А.В.  
Канд. техн. наук, доцент Примиский В.Ф.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский национальный технический университет»

Действие пламенно-ионизационного детектора (ПИД) основано на эффекте ионизации молекул органических соединений углеводородов в выбросах автомобилей в пламени водовода[1]. Разработана улучшенная схема ПИД – быстродействующий ПИД для улучшения быстродействия измерительного прибора. система отбора проб имеет решающее значение для автомобильного использования БПИД. В отличие от традиционной ПИД конструкции, в которой поток пробы смешивался с топливом, проба попадает прямо в пламя без смешивания с топливом.

В большинстве случаев экспериментальной части использования быстродействующего ПИД при отборе проб из выхлопной трубы в автомобиле, проба на входе поддается влиянию колебаний давления, например, давление может колебаться в значительных частях. В случае использования быстродействующего ПИД мы использовали новый элемент - ресивер для экспериментальной части исследования, который смог значительно снизить колебания давления. При разнице давлений от 1,2 до 2,3 атмосферы, значение удалось стабилизировать до отметок 1,1-1,3 на входе подаваемой пробы в детектор.

### Литература

1. Жужа, А.В. [Текст] Стан та перспективи розвитку полум'яно-іонізаційного методу для вимірювання концентрації вуглеводнів. / А.В. Жужа, В.П. Приміський // Науково-виробничий журн. – 2013. – Т. 40, №2. – С. 42 – 52.

## **ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА**

Студентка гр.313518 Казакевич Е.В.

Ст. преп. Боровец Г.В.

Белорусский национальный технический университет

При проектировании, ремонте, монтажных и сборочных работах строительных конструкций, промышленного или строительного оборудования, техники, предполагается ее сборка с определенным значением крутящего момента для каждого конкретного соединения [1]. При этом для измерения или контроля моментов сил затяжки резьбовых соединений используются динамометрические ключи. Существует много конструкций приборов для измерений крутящего момента. Выбор конструкции прибора связан с условиями их применения, требованиями, предъявляемыми к метрологическим характеристикам.

Условно ключи динамометрические можно подразделить на два вида: ключи предельного типа и ключи индикаторного типа. В свою очередь динамометрические ключи индикаторного типа бывают: стрелочные, шкальные или электронные.

Для контроля моментов сил чаще всего применяют динамометрические ключи предельного типа, момент закручивания которыми не может превысить заданный, а по его достижении начинается «процелкивание» рабочей части. Также для контроля затяжки «ответственных» резьбовых соединений применяют электронные динамометрические ключи. Остальные типы динамометрических ключей применяют преимущественно для измерения моментов сил.

Однако динамометрические ключи часто обладают одним из недостатков: они дорогие; громоздкие и неудобные для применения в труднодоступных местах; большинство не внесено в Государственный реестр средств измерений РБ; обладают низкой точностью и надежностью; имеют малый диапазон измерений [2].

ООО «Нифор» является производителем динамометрических ключей типа МТ собственной конструкции, которые являются компактными, относительно дешевыми и надежными приборами, поэтому создают конкуренцию как на белорусском, так и на российском рынке.

### **Литература**

1. Чаленко, Н.С. Методы и средства измерения силы / Чаленко Н.С. М. – Издательство стандартов, 1991.
2. Блюменталь, Э.С. Метрологическое обеспечение измерения моментов сил затяжки резьбовых соединений / Э.С. Блюменталь, В.Л. Юрчик – Сборник научных трудов республиканского научно-практического семинара. Мн.: 2004.



## **ВОПРОСЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Студенты гр.113520 Кваша Ю.И., Гусачёк Д.А.

Ассистент Барковская Н.И.

Белорусский национальный технический университет

Облачные технологии — сетевой доступ к вычислительным ресурсам. Вопросы стандартизации облачных вычислений наиболее актуальны для IT-сообщества, поскольку в настоящее время наблюдается несогласованность, так как разработкой стандартов в данной области занимаются различные организации. Так, несмотря на разработки группы Cloud Standards Customer Council, проблема между тем осталась — некоторые производители руководствуются собственными представлениями, что затрудняет решение.

Работы по стандартизации в области информационной безопасности осуществляет группа Cloud Security Alliance. ISO 27000 устанавливает требования к информационной безопасности, которые выявляются методической оценкой исков, связанных с нарушением защиты.

Ещё одна проблема — конфликт спецификаций и оценочных стандартов. Спецификации описывают взаимодействие систем без ограничений доступа, оценочные стандарты нужны для проверки и сертификации использования оптимальных методов. Небольшое число специалистов занимается и тем, и другим, отчего возникает недопонимание. Частичное решение — разработка и дополнение оценочных стандартов, в их числе облачных расширений ISO 27002.

Также проблемой является зависимость от провайдера. При переносе данных возникают проблемы из-за несовпадения формата и API, вплоть до ошибки передачи данных. Совместимость устанавливается за счёт разработки, принятия и пересмотра стандартов.

Следует также отметить, что облачные вычисления — технология относительно новая, область недостаточно развита, как и рынок. Нет стабильности, из-за чего новые стандарты могут быстро утратить актуальность. Естественно, поставщики будут стремиться к стандартизации своих реализаций, что будет значительно тормозить весь процесс.

Стандартизация облачных вычислений будет длиться ещё долго, пока организации, потребители и организации по стандартизации не придут к консенсусу, что для дальнейшего развития отрасли необходимы единые стандарты.

## **НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ИЗ ТОРФА**

Студент гр.113529 Кмита Н.Ю.

Ст. преп. Павлов К.А.

Белорусский национальный технический университет

Республика Беларусь является индустриально-аграрной страной, и одной из важных статей по экспорту в экономике страны занимает – продажа органических удобрений. Географическое положение и климат на территории нашей страны способствовали накоплению в ее недрах не только калийных запасов, но также и залежей торфа. Поэтому изучение торфа и продуктов его обработки (*гуминовых веществ*) является весьма перспективным и актуальным направлением.

В настоящее время жидкие гуминовые удобрения отечественного производства уже активно продаются и используются в других странах. Ожидается, что в ближайшие годы их экспорт будет многократно увеличен, ведь спрос на такую продукцию в сельском хозяйстве, ветеринарии, бальнеологии, косметике и других отраслях будет только возрастать, поскольку эти препараты получают из натурального экологически чистого сырья.

Но, данная область является относительно молодой для Беларуси. Она нуждается в активном изучении и разработке, в том числе и с точки зрения стандартизации. В нашей стране на данный момент практически отсутствует научно-методическая база для сертификационной оценки качества экологической безопасности продукции, производимой на основе природных дисперсных материалов (торф, сапропель, бурый уголь и др.) для сельского хозяйства и охраны окружающей среды.

Именно поэтому в рамках Государственной программы «Торф» задания Т10 ведется разработка двух государственных стандартов по методам оценки качества препаратов гуминовых жидких: СТБ «Препараты гуминовые жидкие. Технические требования. Методы испытаний» и СТБ «Препараты гуминовые жидкие. Технические требования. Метод оценки качества для введения в карбамидно-аммиачную смесь».

Разработка подобного рода стандартов, учитывающих последние достижения науки, а также опыт международной и европейской стандартизации в данной области, откроет новые возможности для белорусского сельского хозяйства и промышленности.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Студентка гр.113529 Коваленя В.Ю.

Канд. техн. наук Шапарь В.А.

Белорусский национальный технический университет

Сельское хозяйство является жизненно важной отраслью, от эффективности которой зависит продовольственная безопасность страны. В сельском хозяйстве эксплуатируется огромный парк машин и оборудования в сферах земледелия, животноводства, мелиорации, проведения вспомогательных работ.

Важное значение для роста эффективности сельскохозяйственного производства имеет улучшение технической оснащенности субъектов хозяйствования, а также поддержание имеющегося парка машин и оборудования, значительная часть которого имеет существенный пробег и наработку, в работоспособном состоянии.

Совершенствование системы технического обслуживания и ремонта является одной из важных задач, от решения которой зависит обеспечение высокой степени технической готовности машинно-тракторного парка, снижение доли приведенных затрат в себестоимости производимой продукции за счет рационального использования имеющейся техники. В этой связи возрастает роль оптимизации планирования и организации работ, связанных с техническим сервисом в данной отрасли.

Эффективным способом совершенствования организации и повышения качества работ в сельском хозяйстве является разработка и внедрение ТНПА, учитывающих как мировой опыт в отдельных областях, так и специфику хозяйствования в местных условиях.

В настоящее время разработан и проходит стадию обсуждения и внесения поправок проект государственного стандарта «Технический сервис сельскохозяйственных машин и оборудования. Методика расчета норм расхода и резерва запасных частей». Документ устанавливает основные положения и требования к системам технического сервиса сельскохозяйственных и мелиоративных машин, оборудования и сельскохозяйственных тракторов, а также требования к их материально-техническому и информационному обеспечению.

Предлагается расширить область применения стандарта, включив в нее, помимо производителей и поставщиков, организации, разрабатывающие, эксплуатирующие сельскохозяйственные машины, а также предприятия, предоставляющие услуги технического сервиса машин и оборудования сельскохозяйственного назначения. Кроме того, следует уточнить значения поправочных коэффициентов для расчета потребности в запасных частях с учетом специфики эксплуатации сельскохозяйственной техники в различных регионах республики.

## МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ПОКРЫТИЙ И ТОНКИХ ПЛЕНОК

Аспирант Ковальчук А.В.  
Белорусский национальный технический университет

Прямое измерение твердости тонких покрытий с использованием обычных методов определения микротвердости является не совсем корректным. Это связано с тем, что в процессе нагружения пластической деформации помимо покрытия, подвергается подложка. Деформация подложки имеет место уже при глубине вдавливания индентора более чем на десятую часть толщины покрытия. Полученное таким образом значение твердости является результатом совместного вклада твердости покрытия и подложки. Для определения истинной твердости покрытия эти вклады принято разделять. Большинство моделей предлагают линейную зависимость измеренной твердости с твердостью подложки и покрытия [1]. Различия используемых моделей состоят в определении коэффициента, входящего в линейное уравнение. Его определяют как функцию от длины диагонали отпечатка, отношение упругих свойств материалов, отношение пластической деформации в покрытии и подложке под индентором, функцию от энергии деформации и других.

Однако в реальных условиях работы эмпирические данные о твердости покрытий не представляют отдельного интереса, свойства слоистых композитов следует рассматривать с учетом вклада свойств покрытия и подложки, а также эффекта от их сочетания. Существуют слоистые системы, измеренная твердость которых превышает значения твердости покрытия и подложки. Определению слоистых композиций, в которых наблюдается подобное явление, в 1999 г. Н.А. Ворониным предложен термин «топокомпозит». Авторами [2] предложена методика определения трибологических свойств топокомпозитов «сталь – PVD покрытие» с определением свойств покрытий и оценкой эффекта от сочетания материалов покрытия и подложки, что позволяет спрогнозировать поведение слоистой системы в реальных условиях эксплуатации.

### Литература

1. Sun, S. Finite element analysis of the critical ratio of coating thickness to indentation depth for coating property measurements by nano-indentation. / S. Sun; S. Zheng, T Bell // *Thin Solid Films*. – 1995. – Vol. 258. – № 1–2, P. 198–204.
2. Константинов, В.М. Оценка износостойкости покрытия TiN на упрочненной и не упрочненной стальной основе / В.М. Константинов, Ф.Ф. Комаров, А.В. Ковальчук, В.В. Пилько // *Вестник БарГУ. Серия: Физико-математические науки. Технические науки научно-практический журнал*. – 2013. – С. 102–107.

**МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СВЕТООТРАЖАТЕЛЕЙ  
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Студент гр.113519 Комиссарова К.В.  
Канд. техн. наук, доцент Савкова Е.Н.,  
канд. техн. наук, доцент Сернов С.П.  
Белорусский национальный технический университет

Поскольку светоотражатели автотранспортных средств играют важную роль в обеспечении безопасности дорожного движения, в Республике Беларусь предусмотрена их обязательная сертификация на соответствие требованиям Правил ЕЭК ООН № 3, 104 и др. При проведении сертификационных испытаний данной продукции необходимо осуществлять измерительный контроль колориметрических характеристик и коэффициента силы света (КСС). Причем, коэффициенты цветности не должны превышать (для автожелтого цвета):  $y \leq x - 0,120$  (предел в сторону зеленого);  $y \geq 0,390$  (предел в сторону красного);  $y \geq 0,790 + 6,670x$  (предел в сторону белого), а значение КСС светоотражателей класса IA, IB для угла расхождения в  $20^\circ$  и угла освещения  $0^\circ$  должны равняться, по меньшей мере, 300 мкд/лк (требования приведены, согласно Правилам ЕЭК ООН № 3). Также Правилами предусмотрено проведение испытаний светоотражателей на сопротивление внешним факторам, коррозионную стойкость, стойкость к воздействию топлива, жаростойкость, устойчивость цвета и др.

Для повышения эффективности процесса испытаний руководством аккредитованной испытательной лаборатории «Центр испытаний светотехнического оборудования» принято решение о создании комплекта стандартных образцов свойств, состоящего из трёх металлических пластин со световозвращающей пленкой различных цветов, с целью проведения метрологического контроля Гонио-рефлектометра, применяемого при проведении испытаний. Использование узаконенных стандартных образцов, в данном случае, обеспечивает прослеживаемость результатов измерений до Национального эталона единицы силы света и освещенности НЭ РБ 8-02. Для того, чтобы использование СО имело юридическую силу, следует провести процедуры его утверждения согласно ТКП 8.005, что предполагает разработку комплекта документов, а также проведение ряда исследований по определению параметров каждого экземпляра СО (однородность и стабильность во времени).

Таким образом, узаконив стандартный образец, лаборатория будет иметь возможность осуществлять метрологический контроль с наименьшими затратами и, следовательно, повышать конкурентоспособность при предоставлении услуг по проведению испытаний.

## **МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА ШКАЛЫ В СИСТЕМЕ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ**

Магистрант Краснова М.А.

Д-р техн. наук, доцент Серенков П.С.

Белорусский национальный технический университет

Исследователь, разработав план проведения эксперимента и определив, какую именно информацию необходимо собрать, вплотную сталкивается с проблемой выбора метода и шкалы, поскольку от этих двух составляющих зависит адекватность результатов эксперимента.

Если к выбору метода оценивания традиционно подходят достаточно обоснованно, то выбору шкалы, по которой будет оценен тот или иной параметр, не уделяется должного внимания.

В докладе обосновано, что вид шкалы по умолчанию связывают с методом без приведения обоснованных доказательств. Целью же каждой процедуры сбора данных является получение информации, которая может быть подвергнута дальнейшему анализу. Существенным является не только способ получения информации, но и методы оценивания параметров объекта. Незнание взаимосвязи вида шкалы и метода сбора данных может привести к существенным методическим ошибкам в суждениях экспертов.

Установлено, что оценивание объектов обычно производится либо их ранжированием, либо процедурой парных сравнений. При ранжировании эксперт иерархически выстраивает предложенные для оценки факторы. Очевидным является тот факт, что методу оценивания ранжированием соответствует шкала порядка. При процедуре парных сравнений эксперт попарно сопоставляет параметры объектов, выставляя оценку, которая отображает, насколько или во сколько раз один параметр более значимый, чем другой. В данном случае для оценивания может быть использована шкала интервалов или шкала отношений соответственно.

Сделан вывод, что соответствие шкалы методу оценивания позволяет получить надежные и достоверные результаты эксперимента. Однако выбор метода оценивания и шкалы измерения является сугубо индивидуальным подходом, так как кроме надежности и достоверности результатов следует также принимать во внимание такие практические факторы, как цель проведения эксперимента, затраты на проведение эксперимента, возможности, которыми располагают эксперты, характеристики рассматриваемых параметров, характер и метод обработки получаемых данных и т.д.

## ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАНОВ СО СТУПЕНЧАТОЙ ГРУППИРОВКОЙ В МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Студент группы 113519 Крышнев М.М.

Ст. преп. Павлов К.А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время сотрудники аккредитованных измерительных (испытательных) лабораторий сталкиваются с необходимостью планирования и проведения экспериментов по оцениванию точностных показателей МВИ в целях подтверждения ее пригодности. Стоимость такого рода экспериментов высока и косвенно закладывается уже на этапе планирования. Одним из способов снижения затрат на планирование и, в частности, дальнейшего проведения эксперимента является использование иерархических планов, требующих меньшего количества измерений (*планы со ступенчатой группировкой*) в сравнении с планами с полной группировкой [1]. Однако из-за отсутствия полной и корректной информации по применению планов со ступенчатой группировкой в рамках экспериментов по оцениванию точностных показателей МВИ, данные планы не получили широкого применения в метрологической практике.

В целях снижения стоимости проведения эксперимента и обработки его результатов были разработаны рекомендации по использованию плана со ступенчатой группировкой. Рекомендации по использованию плана со ступенчатой группировкой содержат в себе правила составления плана и способы статистической обработки результатов согласно ему.

При разработке рекомендаций по использованию плана со ступенчатой группировкой были решены следующие задачи: проведен анализ существующих планов экспериментов, поставлены эксперименты для эмпирического исследования степени близости результатов, полученных при использовании плана со ступенчатой группировкой и плана с полной группировкой.

Данные рекомендации могут служить основой для сотрудников измерительных (испытательных) лабораторий при работе с иерархическими планами со ступенчатой группировкой.

### Литература

1. СТБ ИСО 5725-3-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ПО  
СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ  
ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОЦЕНИВАНИЮ ТОЧНОСТНЫХ И  
АНАЛИТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МВИ НА БАЗЕ MICROSOFT  
OFFICE EXCEL**

Студент группы 113519 Крышнев М.М.

Ст. преп. Павлов К.А.

Белорусский национальный технический университет

При проведении работ, связанных с метрологическим подтверждением пригодности методик выполнения измерений (МВИ), многие лаборатории сталкиваются со сложностью статистической обработки полученных в ходе экспериментов результатов измерений. Это в первую очередь связано с большой трудоемкостью самого процесса обработки и недостаточной квалификацией операторов. На данный момент существует ряд профессиональных программ для обработки данных, но они слишком сложны для понимания, не покрывают всех потребностей каждой отдельной измерительной (испытательной) лаборатории, а также требуют дополнительного обучения оператора при работе с ними.

Для автоматизации процессов обработки полученных данных в ходе экспериментов, целью которых является подтверждение пригодности МВИ, было разработано приложение электронных таблиц на основе MS Excel. Данная программа получила широкое распространение в сфере обработки данных среди аккредитованных измерительных (испытательных) лабораторий Республики Беларусь, так как проста в использовании, способна выполнять все задачи, касающиеся обработки массивов результатов измерений, а также базируется на ПО, имеющимся в каждой лаборатории. Встроенный язык программирования VBA позволяет автоматизировать простые задачи и создавать формы для общения с пользователем [1].

Данное приложение электронных таблиц позволяет проводить исследования на предмет выявления статистических разбросов и выбросов, проверку стабильности показателей МВИ, оценивание неопределенности и многое другое. Одним из основных преимуществ данного приложения является автоматическое составление отчета по итогам обработки данных.

### **Литература**

1. Дж. Уокенбах Excel 2010. Профессиональное программирование на VBA



## **НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ФИЛЬТРОВ ВОЗДУШНЫХ**

Студент гр. 113529 Бобачёнок М.А.

Ст. преп. Купреева Л.В.

Белорусский национальный технический университет

В рамках развития более тесной интеграции и сближения экономик государств-участников Таможенного союза (далее – ТС), а также для обеспечения свободного движения товаров и услуг на территории ТС приоритетным направлением в части технического регулирования и стандартизации являются разработка, внедрение и применение межгосударственных стандартов. В соответствии с Программами работ по межгосударственной стандартизации на 2013 – 2015 гг. и развития межгосударственных стандартов, обеспечивающих их гармонизацию с международными стандартами в области энергоэффективности и энергосбережения, с нашим участием проводятся исследования, направленные на гармонизацию требований межгосударственных стандартов на воздушные фильтры с требованиями европейских стандартов. Кроме того, с 2012 г. на территории ТС действует технический регламент ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты», устанавливающий требования к воздушным фильтрам, которые являются конструктивными элементами средств индивидуальной защиты органов дыхания. Актуальность разработки, принятия и применения взаимосвязанных с техническим регламентом межгосударственных стандартов является очевидной.

Воздушные фильтры широко используются в промышленности, строительстве, медицине, фармакологии и других отраслях экономики.

Фильтр воздушный (фильтр очистки воздуха) – устройство, в котором с помощью фильтрующего материала или иным способом осуществляется отделение аэрозольных частиц от фильтруемого воздуха.

В настоящее время нами осуществлен поиск действующих НД и ТНПА на данный объект технического нормирования и стандартизации. На основании проведенного анализа требований идентифицированных международных, региональных и национальных стандартов (более 140) составлена классификация существующих типов воздушных фильтров, сформированы комплексы НД и ТНПА, устанавливающие требования к воздушным фильтрам с учетом основных стадий их жизненного цикла.

Результатами работы являются разработка гармонизированных с требованиями европейских стандартов проектов трех межгосударственных стандартов, устанавливающих требования к классификации воздушных фильтров, правилам их маркировке, методике определения их эффективности, методам испытаний, а также разработка необходимого комплекта сопроводительной документации к проектам данных стандартов.

## **RISK MANAGEMENT PROCESS AS PART OF INFORMATION SECURITY MANAGEMENT SYSTEM**

Postgraduate Galina Kupreeva, student gr. 113530 Anna Sherbina

Professor Pavel S. Serenkov

Belarus National Technical University

The risk management process focuses on providing the business with an understanding of risks to allow effective decision-making to be applied to control the risks. The risk management process is an ongoing activity that aims to continuously improve the efficiency and effectiveness of the organization's ISMS implementation.

The risk management process should be applied to the whole ISMS (as specified in ISO/IEC 27001:2013 «Information technology - Security techniques - Information security management systems – Requirements») – that is, all elements of the ISMS. The process needs to be applied at the planning and design stages as well as the subsequent stages of operational deployment, monitoring and review of the risks, and the updating and improvement stages to ensure that any information security risks are always being appropriately managed.

An important part of the risk management process is the assessment of information security risks. This is necessary to understand the business information security requirements, and the risks to the organization's business assets. In ISO/IEC 27001:2013, the risk assessment includes the following actions and activities:

- identification of assets;
- identification of legal and business requirements that are relevant for the identified assets;
- valuation of the identified assets, taking account of the identified legal and business requirements and the impacts of a loss of confidentiality, integrity and availability;
- identification of significant threats to, and vulnerabilities of, the identified assets;
- assessment of the likelihood of the threats and vulnerabilities to occur;
- calculation of risk;
- evaluation of the risks against a predefined risk scale.

The next step in the risk management process is to identify the appropriate actions to be taken for the treatment of each of the risks that have been identified during the risk assessment. Risks can be managed through a combination of prevention and detection controls, avoidance tactics, insurance and/or simple acceptance.

## **ВЫБОР КРИТЕРИЕВ ПРОВЕРКИ КВАЛИФИКАЦИИ ЛАБОРАТОРИИ**

Студенты гр.113511 Лесин А.С., Навоев Я.Э.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Романчук В.М.

Белорусский национальный технический университет

Все аккредитованные испытательные и калибровочные лабораторий и лаборатории, желающие получить аккредитацию, должны участвовать в проверке квалификации или межлабораторных, относящихся к их области аккредитации. Действует ряд международных документов, регламентирующих применение проверки квалификации в качестве инструмента для аккредитации в испытании: ИЛАС G22:2004, ИЛАС-P9:11/2010, ИЛАС-P13:10/2010, EA-3/04, EA-2/14:2001 и др.

Участие в программах проверки квалификации является обязательным для лабораторий таможенного союза и экспорториентированных лабораторий.

Лаборатории должны анализировать результаты, получаемые при участии в проверке в программах проверки квалификации. При неудовлетворительных результатах лаборатория должна информировать национальный орган по аккредитации, выявить причины, полученных неудовлетворительных результатов и разработать корректирующие мероприятия.

Проверка квалификаций осуществляется посредством межлабораторных сличений и последующей обработкой и сравнением результатов сличений с различными критериями. Согласно СТБ ISO 13528 [1] существует 8 статистик, применяемых для проверки квалификаций лабораторий. В Протоколе IUPAC [2] преимущество отдается z-критериям. Из этого и следует вопрос: «Чем данный критерий лучше остальных?». В докладе сделан анализ всех 8 статистик с точки зрения оптимизации выбора по критерию «затраты на проведение измерительного эксперимента – математическая мощность критерия». Предложены рекомендации по выбору конкретного критерия соответствия результатов проверки квалификации лаборатории в зависимости от конкретной ситуации.

### **Литература**

1. СТБ ISO 13528 – 2011 Статистические методы, применяемые при проверке квалификации лабораторий посредством межлабораторных сличений.

2. Thompson M., Ellison S.L.R., Wood R. The International Harmonized Protocol for the proficiency testing of analytical chemistry laboratories (IUPAC Technical Report) , in Pure and Applied Chemistry, Vol.78, No/ 1, pp. 145-196,2006.

## ПРИМЕНЕНИЕ CRC КОДОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ БЛОКОВ ДАННЫХ

Магистрант кафедры ПИКС БГУИР Минов Н.В.  
Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники

CRC код – алгоритм нахождения контрольной суммы, предназначенный для проверки целостности блоков данных.

CRC коды используются для контроля целостности данных в HDSL, Ethernet, FDDI и многих других стандартах передачи данных.

Принцип контроля ошибок состоит в том, что вся передаваемая информация представляется в виде полинома степени  $n$  с двоичными коэффициентами:  $a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_0 x^0$ , где  $a_n, a_{n-1} \dots a_0$  – двоичные значения битов информации,  $x^n, x^{n-1} \dots x^0$  – условные переменные, указывающие место битов в ряду информации [1].

При делении его на заранее заданный простейший (т.е. полином, не имеющий делителей) порождающий полином степени  $m < n$  получается остаток меньшей степени, чем сам порождающий полином. Он передается в конце блока данных. После получения информации полученный остаток алгебраически суммируется к полиному, образованному из информационных байт. В результате деления должен получиться нулевой остаток. Если он отличается от нуля, то это говорит об искажении блока данных.

Принцип проверки данных CRC кодом показан на рисунке 1 [1].

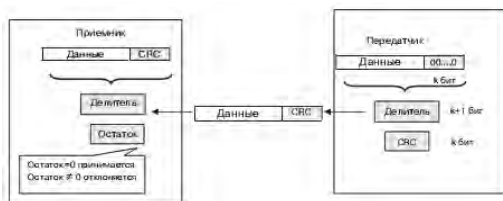


Рисунок 1 – Принцип передачи и проверки CRC кода

CRC-коды обладают следующими важными свойствами:

1. Все ошибки кратности 3 или меньше обнаруживаются;
2. Все ошибки нечетной кратности обнаруживаются;
3. Все пакеты ошибок длины  $l \leq m + 1$  обнаруживаются.

### Литература

1. Алгоритмы и процессы работы в системе ISDN. Официальный сайт национального открытого университета «ИНТУИТ». – Москва. – 2014. – <http://www.intuit.ru>.

## **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ УЗЛОВ КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКИ**

Студент гр. 113518 Невердасов А.С.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е.Н.

Начальник лаборатории ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания  
холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» Комарова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Узлы карьерной техники – гидромеханическая передача с гидротрансформатором, пневмогидравлическая подвеска, объединенная гидравлическая система опрокидывающего механизма платформы и гидравлического усилителя руля, мощные колесные тормоза с отдельным гидравлическим тормозом, гидравлический тормоз-замедлитель, и других усовершенствований, выпускаемые на ОАО «БЕЛАЗ» требуют от обслуживающего персонала высокой квалификации и хорошего знания конструкции автосамосвалов. Один из узлов карьерной техники – механизм привода управления тормозом-замедлителем – предназначен для управления работой механизма управления тормоза-замедлителя, который обеспечивает поддержание постоянной скорости автосамосвала или регулирования ее при движениях на спусках.

В настоящее время для контроля параметров механизма управления тормоза-замедлителя – рабочая температура масла, давление масла, время испытания на герметичность – предусмотрены приемо-сдаточные испытания. Данные испытания должны производиться на стенде 283-196 для испытания механизма привода управления тормозом-замедлителем.

Для приемо-сдаточных испытаний (в рамках приемочного контроля) необходимо разработать программу и методику испытания механизма привода управления тормозом-замедлителем на функционирование. Учитывая ситуацию с метрологическим контролем оборудования (СТБ 8015 не действует, а ГОСТ 24555 не действует и носит рекомендационный характер) необходимо разработать первичную и периодическую аттестацию стенда.

Испытательная лаборатория предприятия ОАО «БЕЛАЗ» аккредитована на проведение испытаний, поэтому для предприятия будут предложены рекомендации по проведению валидации программы и методики испытаний механизма привода управления тормозом-замедлителем на функционирование.

Поверочная лаборатория ОАО «БЕЛАЗ» не аккредитована на право проведения аттестации стенда, но поскольку в дальнейшем лаборатория рассматривает вопрос о возможной её аккредитации, то разработав методику калибровки стенда, она будет чрезвычайно полезной для предприятия.

## **ПОВЫШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА**

Студентка гр. 113539 Ромбальская О.И.  
Д-р техн. наук, доцент Серенков П.С.  
Белорусский национальный технический университет

Применение процессного подхода поставлено во главу угла стандартов ISO серии 9000 и рассматривается как обязательная доктрина при разработке, внедрении и улучшении результативности системы менеджмента качества (СМК). СТБ ISO 9001 рассматривает процессный подход как основу доказательства наличия результативной СМК.

Практика показывает, что процессный подход реализуется, как правило, в качестве тривиальной регламентации деятельности организации в виде карт процессов, представленных как графическое или текстовое описание последовательности выполнения работ. Очевидно, что в такой интерпретации потенциал внедрения процессного подхода реализуется не в полной мере.

Согласно [1], процессный подход является частью системного подхода: «если мы хотим думать системно, то, прежде всего, должен быть выделен процесс». Понятие процесса является, таким образом, центральным в системном анализе – методологии решения проблем.

Процессный подход в рамках системного подхода решает как внутренние, так и внешние по отношению к организации задачи. В докладе приведена классификация основных направлений применения процессного подхода для решения внутренних задач в области качества: структуризации сети процессов СМК в соответствии с циклом P-D-C-A, формирование корректных систем сбора и анализа данных, поддержки принятия решений, как сеть «контрольных точек» процессов СМК.

Подробно рассмотрена возможность решения задачи оптимизации организационной структуры. Приведена классификация типовых ошибок при формировании организационной структуры.

Сформулированы принципы, правила моделирования процессов, позволяющие решать поставленные задачи.

### **Литература**

1. Оптнер, С.Л. Системный анализ: этап развития методологии решения проблем в США / С.Л. Оптнер; пер. с англ. С.П. Никанорова. – М.: Изд-во «Прогресс», 1969. – 254 с.

## **АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ С ПОЗИЦИЙ КАЧЕСТВА**

Студентка гр. 113539 Ромбальская О.И.

Д-р техн. наук, доцент Серенков П.С.

Белорусский национальный технический университет

Существует множество классификаций подходов к созданию систем управления организацией. Наибольший интерес представляет классификация систем управления с точки зрения объекта управления.

Система управления рассматривается как совокупность процессов, организационной структуры, ресурсов и методик. Из обозначенных в определении объектах управления ключевыми или системообразующими являются два: бизнес-процесс и организационная структура.

Соответственно, если система управления нацелена на бизнес-процесс (обеспечение характеристик конечной продукции через результативность взаимосвязанных и взаимодействующих подпроцессов), ее называют процессной системой управления. Если система управления нацелена на организационную структуру (обеспечение характеристик конечной продукции через выполнение функций структурных подразделений), ее называют функциональной системой управления.

Выделенные два подхода формирования систем принципиально отличаются по методам, технологиям разработки, поддержания в рабочем состоянии, совершенствования.

Считается, что процессный подход несостоятелен на практике, в отличие от функционального по целому ряду традиционно сложившихся причин. С учетом того, что СТБ ISO 9001 требует внедрения именно процессного подхода, авторы [1] предлагают на практике использовать модифицированный процессный подход, в основу которого положен функциональный. В докладе приведен анализ такого подхода, выявлены его достоинства и недостатки.

Предложена методология реализации процессного подхода, включающая принципы, правила, систему моделирования, которая лишена указанных выше недостатков и автоматически определяет весь комплекс подсистем управления: организационной структурой, ресурсами, методиками. Доказано, что при таком подходе антагонизм между функциональным и процессным подходом отсутствует.

### **Литература**

1. Репин, В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 408 с.

## **ПРИНЦИП ПАРЕТО КАК ЭФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ**

Студент гр. ПБ-81 (магистрант) Савченко С.В.

Канд. техн. наук, доцент Филиппова М.В.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Качество изделий формируется в результате сложных процессов, на результативность которых оказывают влияние множество материальных факторов и ошибки работников. Поэтому для обеспечения требуемого уровня качества необходимо управлять всеми влияющими факторами, определять возможные варианты реализации качества, научиться его прогнозировать и оценивать потребность объектов того или иного качества.

В любой системе управления качеством продукции статистические методы контроля качества имеют особое значение и относятся к числу наиболее прогрессивных методов.

Выход из строя большого числа редукторов, приводят к большим потерям, как техническим так и экономическим. В связи с этим возникла необходимость выявить узлы редукторов которые необходимо усовершенствовать.

Для выявления причин, влияющих на возникновение отказов в узлах редукторов, необходимо правильно определить инструменты анализа. Для этой цели как нельзя лучше подходит анализ Парето или Принцип Парето, который может использоваться как базовая установка в анализе факторов эффективности какой-либо деятельности и оптимизации её результатов: правильно выбрав минимум самых важных действий, можно быстро получить значительную часть от планируемого полного результата, при этом дальнейшие улучшения неэффективны и могут быть неоправданны (согласно кривой Парето).

Для построения диаграммы Парето на оси абсцисс обозначают название дефектов, а на оси ординат – количество дефектов. Далее вычерчивается кривая кумулятивной суммы - кривая Парето, она отражает в общем случае накопленное влияние всех причин образования дефектов.

Для получения области дефектов, на уровне 80% проводится линия до пересечения с кривой и опускается перпендикуляр на горизонтальную ось, т.е. получаем две области дефектов: слева – значимая (влияют на работу изделия), справа – менее значимая (в меньшей степени влияет на работу изделия).

На основе проведенных исследований, можно сказать, что принцип Парето является практически применимым инструментом для выявления причинно-следственных связей между дефектами и причинами отказов.



## СТАНДАРТИЗАЦИЯ НИЗКОПОРОГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦВЕТОВОСПРОИЗВОДЯЩИХ УСТРОЙСТВ

Студент гр. 113521 Сальников Ю.А.,  
студентка гр. 113431 Судиловская К.А.  
Канд. техн. наук, доцент Савкова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

В контексте разработки новых методов измерений, основанных на определении характеристик объектов путем обработки их цифровых изображений, важной задачей является оценка возможностей методов, в данном случае – низкопороговых характеристик. В РМГ 29-99 установлены термины и их определения, относящиеся к средствам измерений – разрешение (временное и пространственное), чувствительность, порог чувствительности, номинальная ступень квантования. Поскольку цифровая камера и монитор рассматриваются в качестве измерительных устройств, следует принимать во внимание терминологию ISO 12233 – разрешение (вертикальное, горизонтальное, предельное) и его показатели: разрешающую способность, предельное разрешение, амплитудно-частотную характеристику, модуляционно-частотную характеристику, оптическая передаточную функцию. Несмотря на то, что термин «разрешение» относится в основном к пространственным характеристикам, влияние на него оказывают пороговая светочувствительность, область спектральной чувствительности, время интегрирования. Важнейшей характеристикой является разрешение устройств по интенсивности в цветовых каналах. Поскольку большинство файлов представляют данные как 8-битовые целые числа, то есть от 0 до 255, значение тона элемента изображения (пикселя) для репродукции обычно вычисляется согласно ISO/WD 15311-1 с помощью выражения:

$$A = 100 \times \frac{(V_p - V_0)}{(V_{100} - V_0)},$$

где  $V_p$  - числовое значение тона пикселя;  $V_0$  - числовое значение, соответствующее значению тона 0%;  $V_{100}$  - числовое значение, соответствующее значению тона 100 %.

Для более сложных случаев при исследованиях цветовых характеристик протяженных объектов разрешение представляет собой геометрическое место точек в трехмерном цветовом пространстве – тело, объем которого будет меняться в зависимости от его местоположения с учетом принципов построения эллипсоидов Мак-Адама.

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ И ЗАВИСИМОСТЕЙ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК НА БАЗЕ СТБ ИСО 5725-2**

Магистранты Телебук О.И., Евсеенко Т.И.

Д-р техн. наук, доцент Серенков П.С.

Белорусский национальный технический университет

Эффективность принимаемых управленческих решений, основанных на экспертных оценках, напрямую зависит от степени объективности или достоверности таких оценок. Мерой объективности может служить уровень доверия к экспертным оценкам, который и является объектом управления.

Необходимость создания единой универсальной модели экспертного оценивания продиктована разнообразием применения таких оценок в системах менеджмента (СМК, СУОС, НАССР и др.), при решении вопросов оценивания результативности, модернизации производства и др.

Рассматривая экспертное оценивание как измерительную задачу в метрологии с присущими ей факторами, влияющими на точность измерения (метод измерения, средство измерения, внешние условия), мы поставили цель выявить и интерпретировать фундаментальные закономерности и зависимости экспертного оценивания при определённом методе оценивания, средстве оценивания и внешних условиях.

Был разработан план эксперимента для получения и дальнейшей обработки эмпирических данных. Объект оценивания – ряд из семи кругов различных размеров, каждый из которых отличается от предыдущего в 2 раза. Экспертам ставится задача оценить площадь кругов по любой удобной для них балльной цифровой шкале. Круги по отдельности предъявляются в случайном порядке для каждого эксперта без предварительного ознакомления с диапазоном размеров всего комплекса фигур. Т.о. измерительная задача является однофакторной, т.к. оценивание площади подсознательно происходит через оценивание диаметра круга. В роли экспертов выступили студенты 4-го курса инженерной специальности, что позволяет в определённой степени исключить вариацию результатов, вызываемую вариацией профессиональной подготовки.

При обработке эмпирических данных был применен подход оценивания точности метода измерения, положенный в основу СТБ ИСО 5725-2. Мы использовали среднее значение и СКО экспертных оценок по каждому типоразмеру кругов (по всем экспертам и по каждому эксперту в отдельности) в качестве мер правильности и прецизионности результатов оценивания для дальнейшего определения закономерностей с учётом изменения площади круга. Определена зависимость СКО от среднего значения результатов экспертных оценок.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ ЭКСПЕРТНОЙ ШКАЛЫ

Магистрант специальности 1-54 80 01 Телебук О.И.,  
магистрант специальности 1-54 80 01 Евсеенко Т.И.

Д-р техн. наук, доцент Серенков П.С.

Белорусский национальный технический университет

Задачу экспертного оценивания можно рассматривать в определенном смысле как измерительную задачу, в которой средством измерения (далее СИ) является эксперт и шкала оценивания. Неопределённость результата экспертного оценивания, очевидно, включает неопределённость СИ. Поставлена задача уменьшения неопределённости экспертного оценивания с помощью определения типа и оптимальной размерности бальной шкалы, основываясь на эмпирических данных.

При планировании эксперимента в основу положено способность эксперта удерживать в голове и оперировать всем диапазоном бальной шкалы равнозначно. Т.е. можно говорить о комфортности в применении шкалы, которая была бы не слишком сложной, и в то же время, её размерности было бы достаточно для оценивания объектов.

Объектом оценивания в эксперименте является геометрическая фигура. Эксперт последовательно оценивает площадь отдельно взятой геометрической фигуры в случайном порядке. Последовательность предъявления фигур составлена так, чтобы на первой позиции и на последней находились фигуры равной площади. У эксперта нет возможности непосредственного сравнения фигур, но косвенно в памяти удерживаются оценки о размерах фигур, проведенные на предыдущих этапах. Т.о., изменяя количество оцениваемых фигур, мы увеличиваем интервал повторного (контрольного) оценивания фигуры, стоящей на первом месте, что усложняет задачу оценивания. Выставление одинаковой бальной оценки двум фигурам (крайним по порядку предъявления) свидетельствует о воспроизводимости оценки экспертом и характеризует размерность количественного интервала фигур как приемлемую. Способность оперировать количеством фигур  $n$  напрямую связана со способностью оперировать шкалой соответствующей размерности  $n$ .

Перед экспертами ставилась задача экспертного оценивания площади фигуры с разной длиной интервала: 7, 9, 11 и 15 фигур. В качестве фигур были выбраны комплексы кругов, прямоугольников, прямоугольных параллелепипедов. Такой выбор обоснован увеличением косвенно оцениваемых факторов: для круга – 1 фактор, для прямоугольника – 2 фактора, для прямоугольного параллелепипеда – 3 фактора. По результатам экспериментов установлены тенденции и закономерности с учётом изменения числа и вида фигур (количества одновременно оцениваемых свойств).

## **КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ**

Студент гр. ПБ-02 Тишковец Ю.А.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Качество продукции (включая новизну, технический уровень, отсутствие дефектов при исполнении, надежность в эксплуатации) является одним из важнейших средств конкурентной борьбы, завоевания и удержания позиций на рынке. Поэтому предприятия уделяют особое внимание, обеспечению высокого качества продукции, устанавливая контроль на всех стадиях производственного процесса, начиная с контроля качества, используемых сырья и материалов и заканчивая определением соответствия выпущенного продукта техническим характеристикам и параметрам не только в ходе его испытаний, но и в эксплуатации. Поэтому тотальный контроль качества продукции стал основной частью производственного процесса и направлен не столько на выявление дефектов или брака в готовой продукции, сколько на проверку качества изделия в процессе его изготовления.

Главной составной частью этого процесса является диагностика, использующая неразрушающий контроль на основе различных проникающих физических полей, излучений, вычислительной техники, средств измерений и автоматики.

При этом меняется сама сущность операций контроля. Пассивный контроль, фиксирующий только качество готовых изделий, становится активным методом корректировки технологического процесса. Особенно возрастает активная роль контроля - в условиях автоматизации производства.

Операции неразрушающего контроля и технической диагностики представляют собой неотъемлемое и равноправное звено, как технологического процесса, так и всего производственного процесса, и при их рациональном использовании они могут стать эффективным средством совершенствования не только технологического процесса, но и всего производственного цикла, при управлении качеством изделия.

На сегодняшний день главное направление тотального контроля — это разработка новых физических и физико-химических методов, способов и устройств диагностирования параметров, как технологического процесса, так и всего производственного цикла, развитие средств автоматизации при контроле качества, обработки информации с задачей определения остаточного ресурса потенциально опасных объектов и риска их эксплуатации.

## СИСТЕМА ЭТАЛОННЫХ СИГНАЛОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ОДИНОЧНЫХ ТЕНЗОРЕЗИСТОРОВ

Студент гр. ПМ-01 Фурт О. С.

Ст. преп. Зайцев В. Н.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В настоящее время чаще всего для исследования прочности сложных конструкций используются тензорезистивные преобразователи. Наиболее распространенным классом которых являются проводниковые преобразователи изготовленные из медно-никелевых и хром-никелевых тензочувствительных фольговых материалов. Эти тензорезисторы изготавливаются серийно с номинальными сопротивлениями  $R_{ном}$  50, 100, 200, 400 Ом (Украина, Россия) и 120, 240, 350, 700 Ом (Германия, США, КНР).

Границы информативных изменений сопротивления тензорезистора в большинстве случаев не превышает  $(1-3) \cdot 10^{-3}$  от номинала и, как правило, значительно меньше сопротивления проводов, соединяющих датчик с измерительной аппаратурой. Измерение деформации с помощью одиночных тензорезисторов, реализация схемы 1/4 моста - одна из самых сложных задач в технике электрических измерений. Сложность определяется малым диапазоном изменения сопротивления под действием деформации и принципиальной нелинейности преобразования  $\Delta R/R$  в напряжение.

Цифровые измерительные преобразования позволяют существенно повысить точность измерения за счет применения тестовых методов, которые предусматривают использование эталонных сигналов.

В докладе проанализированы схемы построения современных генераторов эталонных сигналов - тензокалибраторов 1550A (Vishay, США), BN100A и K3607 (HBM, Германия). Данные тензокалибраторы имеют границы погрешностей при измерении на постоянном токе  $(2-3) \cdot 10^{-4}$  и до  $5 \cdot 10^{-6}$  на переменном токе. Однако большие габариты и масса, избыточное количество образцовых точек, делают их неэффективными для интеграции в конструкцию измерительных приборов. Предлагается реализация встроенной системы эталонных сигналов на группе образцовых индуктивностей, включаемых в цепь опорного питания сигма-дельта АЦП AD7195. Иммитируемые сигналы являются выходными для образцового индуктивного делителя и на частоте питающего меандра 600 Гц имеют стабильность коэффициента деления менее  $5 \cdot 10^{-5}$ . Анализ зависимости точности от количества эталонных точек показал достаточность группы из трех образцовых индуктивностей для достижения границ относительных погрешностей  $\pm 0,02$  % при максимальном пределе входных сигналов  $3 \cdot 10^{-3}$ .

## **АНАЛИЗ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КООРДИНАТНО- ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

Магистрант Хмелевская А.А.

Канд. техн. наук, доцент Соколовский С.С.

Белорусский национальный технический университет

Преобладание линейных и угловых измерений в машино- и приборостроении (около 90 % от общего объема измерений) обуславливает необходимость непрерывного совершенствования методов и средств таких измерений как приоритетного направления повышения качества измерений в этой области. Широкое распространение, благодаря большой универсальности, мобильности, высокой точности и взаимосвязи с современным программным обеспечением, получила координатно-измерительная техника. Несмотря на очевидные преимущества и достаточно большую популярность координатно-измерительных машин, они, как и любые другие средства измерений (далее – СИ), имеют свои недостатки в части появления специфических погрешностей, возникающих при выполнении измерений на их базе. Среди таких погрешностей, образующихся при использовании координатно-измерительной техники, наиболее характерными являются следующие:

- погрешности, связанные с несоблюдением принципа Аббе, в соответствии с которым линия измерения (траектория движения измерительного наконечника) должна быть продолжением шкалы СИ;
- погрешности, возникающие из-за неидеального совмещения объективно существующих систем координат (*номинальной*, задаваемой чертежом объекта измерения, *реальной*, «привязанной» к реальным элементам контролируемого объекта и *системы координат, задаваемой используемым СИ*);
- погрешности, связанные с дискретизацией контролируемых и базовых элементов деталей, т.е. заменой аналоговых реальных элементов деталей их дискретными моделями (так называемые «погрешности недоощупывания»).

Таким образом, важнейшей задачей при использовании координатно-измерительной техники в машино- и приборостроении, является обеспечение высокой точности измерений путем анализа и минимизации возможных методических погрешностей на основе оптимизации методик координатных измерений. Решение данной проблемы позволит снизить суммарную погрешность измерений, затраты на контроль и будет способствовать обеспечению требуемого уровня качества контроля.

## ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ КООРДИНАТНОГО КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ПОЛЕЙ ДОПУСКОВ

Магистрант Хмелевская А.А.

Канд. техн. наук, доцент Соколовский С.С.

Белорусский национальный технический университет

При осуществлении координатного контроля геометрических параметров деталей на основе традиционных подходов, базирующихся на принципах Тейлора и минимаксном принципе, на практике зачастую сталкиваются с проблемами ошибочного отнесения бракованных деталей к годным и наоборот. В связи с этим, возникают ситуации, когда деталь, формально признанная годной, оказывается функционально бракованной при ее установке в составе сборочной единицы. Причиной проблемы в большинстве случаев является неправильно выбранная (нерациональная) схема измерений, которая приводит к возникновению неисключенных методических погрешностей систематического характера, а также недостаточное количество контролируемых точек (сечений). Общим недостатком традиционных подходов к координатному контролю является отсутствие оптимизации расположения контролируемых элементов реальной детали относительно ее номинальной системы координат, а также сопряженной с этим оптимизации взаимосвязанных полей допусков контролируемых параметров. Для осуществления такой оптимизации координаты точек должны рассматриваться в некоторой единой системе координат. С этой целью предлагается новый подход к координатному контролю геометрических параметров деталей на основе принципа перераспределения взаимосвязанных полей допусков. Суть принципа заключается в рассмотрении детали как комплекса взаимосвязанных реальных геометрических элементов (поверхностей, точек и т.п.), предельные размеры которой образуют одно общее поле допуска (определяющее два предельных контура детали), в которое и должны быть «вписаны» все реальные элементы детали. Графически принцип можно продемонстрировать в виде схемы, представленной на рисунке 1.

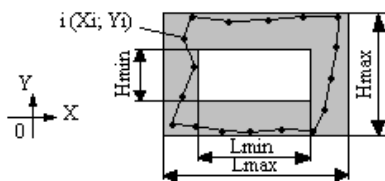


Рисунок 1 – Контроль размеров детали на основе принципа перераспределения полей допусков

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПЫТАНИЙ БУМАЖНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Студентка гр. 313518 Шишкина Н.В.

Канд. техн. наук Шапарь В.А.

Белорусский национальный технический университет

Бумага занимает исключительное место в жизни людей. Бумага состоит из большого числа различных компонентов, в основном это специально обработанные растительные волокна, тесно переплетенные между собой и связанные различными химическими способами. Разнообразие свойств бумаги достигается выбором волокнистого материала и характером его разлома, введением в бумажную массу различных добавок, режимом отлива, прессования и сушки бумажного полотна, операциями каландрирования и т.д.

Качество бумаги, в зависимости от назначения, характеризуется различными показателями: массой, толщиной, механическими свойствами, степенью проклейки, зольностью, влажностью, цветом белизной, гладкостью, впитывающей способностью, воздухо-, паро-, жиронепроницаемостью и др.

В числе других параметров показатель влажности является особо весомым для офсетной бумаги, предназначенной для печати. Бумага, предназначенная для печати, должна иметь минимальную деформацию при увлажнении, так как по условиям технологии печатного процесса, она соприкасается с увлажненными поверхностями. Повышенная влажность резко снижает механическую прочность бумаги на разрыв, бумага не выдерживает высоких скоростей печатания и рвется. Изменение влажности бумаги в процессе многокрасочной печати приводит к нарушению совмещения красок и цветопередачи.

С целью снижения временных, трудовых затрат, повышения точности определения влажности бумажной продукции на УП «Бумажная фабрика» Гознака предложено применить новый метод оценки влажности с использованием современного автоматизированного оборудования. Предлагаемый метод позволяет существенно сократить время проведения испытания (в 6 и более раз), повысить точность измерений, снизить себестоимость работ.

Разработана методика испытаний бумаги, предназначенной для изготовления конвертов, а также методика валидации метода испытаний. Осуществлен анализ характеристик и показателей точности при валидации различных классов методом измерений.

С целью расширения сферы услуг испытательной лаборатории УП «Бумажная фабрика» Гознака инициирована процедура ее аккредитации на



проведение испытаний, по результатам которых оценивается качество бумаги.

Сельское хозяйство является жизненно важной отраслью, от эффективности которой зависит продовольственная безопасность страны. В сельском хозяйстве эксплуатируется огромный парк машин и оборудования в сферах земледелия, животноводства, мелиорации, проведения вспомогательных работ.

Важное значение для роста эффективности сельскохозяйственного производства имеет улучшение технической оснащенности субъектов хозяйствования, а также поддержание имеющегося парка машин и оборудования, значительная часть которого имеет существенный пробег и наработку, в работоспособном состоянии.

Совершенствование системы технического обслуживания и ремонта является одной из важных задач, от решения которой зависит обеспечение высокой степени технической готовности машинно-тракторного парка, снижение доли приведенных затрат в себестоимости производимой продукции за счет рационального использования имеющейся техники. В этой связи возрастает роль оптимизации планирования и организации работ, связанных с техническим сервисом в данной отрасли.

Эффективным способом совершенствования организации и повышения качества работ в сельском хозяйстве является разработка и внедрение ТНПА, учитывающих как мировой опыт в отдельных областях, так и специфику хозяйствования в местных условиях.

В настоящее время разработан и проходит стадию обсуждения и внесения поправок проект государственного стандарта «Технический сервис сельскохозяйственных машин и оборудования. Методика расчета норм расхода и резерва запасных частей». Документ устанавливает основные положения и требования к системам технического сервиса сельскохозяйственных и мелиоративных машин, оборудования и сельскохозяйственных тракторов, а также требования к их материально-техническому и информационному обеспечению.

Предлагается расширить область применения стандарта, включив в нее, помимо производителей и поставщиков, организации, разрабатывающие, эксплуатирующие сельскохозяйственные машины, а также предприятия, предоставляющие услуги технического сервиса машин и оборудования сельскохозяйственного назначения. Кроме того, следует уточнить значения поправочных коэффициентов для расчета потребности в запасных частях с учетом специфики эксплуатации сельскохозяйственной техники в различных регионах республики.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЕКЦИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ**

Студентки гр. 113530 Щербина А.К., гр.113520, Азаренок Ю.С.

Канд. техн. наук, доцент Минько Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Проекторами называют оптические приборы, дающие на экране увеличенное изображение проверяемого изделия. Проектор предназначен для измерения и контроля линейных и угловых размеров в проходящем и отраженном свете, в прямоугольной и полярной системе координат, то есть для двухмерных измерений [1]. Проекционный метод измерения широко используется для контроля геометрии микро- и макрообъектов в измерительных лабораториях и цехах предприятий точного приборостроения, машиностроения, в инструментальном производстве.

Простейшая оптическая схема проектора старой модели состоит из двух частей: осветительной и проекционной. Она включает в себя осветитель (чаще всего это бестеневая галогенная лампа), конденсор (для получения большей освещенности экрана в осветителях), объектив, экран, апертурную диафрагму [2].

Современные измерительные проекторы серьезно усовершенствованы и снабжены цифровым отсчетом, кромкоискателем, программным обеспечением, имеют фотоэлектрические или магнитные датчики, позволяющие регистрировать перемещения стола на табло цифрового индикатора с точностью до 0,005 мм.

Любая современная оптическая измерительная система представляет собой многофункциональную ЭВМ, которая оснащается специальным программным обеспечением. Приборы оснащаются стационарными либо подвижными камерами, размещенными по трем осям, что обеспечивает идеальный обзор и создание идеально точной и подробной двух и трехмерной картинки. Полученные в результате наблюдения за объектом данные выводятся на встроенные мониторы, либо же распечатываются на бумаге, а также сохраняются в различных текстовых форматах – Word, Cad и других. Программное обеспечение позволяет получать геометрические характеристики, статистические расчеты, а также вычислять погрешности [3].

### **Литература**

1. Приборы для линейных измерений. Официальный сайт Михаила Этингофа – Санкт-Петербург. 2014 - <http://dopusk.net>.
2. Сивцов, Г.П. Пространственные оптические системы, ССГА, 2011 – 140 с.
3. Общетематический онлайн журнал Niagara-Gold! – Москва. 2013 - <http://niagara-gold.com>.

## **ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПАС-3D**

Студентки гр.113530 Щербина А.К., Савицкая Н.М,  
гр.113520 Азаренок Ю.С.

Канд. техн. наук, доцент Лысенко В.Г  
Белорусский национальный технический университет

Система КОМПАС-3D V12 предназначена для создания двух- и трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Система используется во многих отраслях промышленности, включая машиностроение и приборостроение, строительство, архитектуру.

Процесс моделирования погрешности быстрее, чем ее теоретический расчет, а также помогает наглядно представить действие погрешности на проектируемый объект и принять решение по доработке или усовершенствованию конструкции.

Исследуемые приборы для линейно-угловых измерений могут быть выполнены как интерактивные модели. В них пользователь имеет возможность изменять численные значения параметров модели по своему усмотрению или по предлагаемому закону и наблюдать изменения геометрических погрешностей системы в результате изменения параметров. При необходимости в модели меняются пространственные параметры, определяющие погрешности всей системы или ее отдельных элементов по любой из трех координат трехмерного пространства.

В данной работе проводится исследование основных инструментальных погрешностей, которые вызывают контрольные приспособления. Расчет погрешности основывается на использовании интерактивной модели контрольного приспособления. На основании данной модели идентифицируются составляющие погрешности при измерениях на контрольном приспособлении, проводится их анализ, создаются модели составляющих погрешности измерения с помощью программного. После этого при помощи специальных утилит путем измерения находится числовое значение погрешности.

В ходе работы, на основании трех чертежей контрольных приспособлений с помощью системы автоматического проектирования КОМПАС-3D V12 был смоделирован ряд погрешностей, а также определено их числовое значение. Расхождение полученных результатов с теоретическими расчетами составило 0,00001 %..0,00052 %.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ FLASH-ТЕХНОЛОГИЙ В ИНТЕРАКТИВНОМ ОБУЧЕНИИ**

Студентки гр.113530 Щербина А.К., Савицкая Н.М,  
гр.113520 Азаренок Ю.С.

Канд. техн. наук, доцент Лысенко В.Г  
Белорусский национальный технический университет

В компьютерных учебных и исследовательских информационных технологиях с целью визуализации учебного процесса рационально применять программное обеспечение Macromedia Flash. Macromedia Flash - мультимедийная платформа для создания веб-приложений или мультимедийных презентаций. Широко используется для создания рекламных баннеров, анимации, игр, а также воспроизведения на веб-страницах видео- и аудиозаписей. Процесс разработки электронных методических средств на основе Flash-технологии состоит в разработке дизайна, программировании управляющих элементов, создании эффектов анимации и прочих трудоемких процессов. Flash-презентация может включать средства управления, все виды графических изображений, текст, аудиоинформацию в формате Mp3, видео, анимацию. Сочетание видео- и звуковых эффектов обеспечивает одновременное воздействие на два важнейших органа чувств человека: зрение и слух, что существенно повышает информативность учебного процесса и эффективность его восприятия.

Используя возможности Flash-технологии, преподаватель может систематизировать учебный, методический, иллюстративный материал, контрольные вопросы и создавать Flash-приложения, выполняющие широкий спектр функций. В данной работе платформа Flash используется для визуализации погрешностей, возникающих из-за различных отклонений от формы или расположения поверхностей реальных деталей, а также определить численное значение этой погрешности.

Таким образом обеспечивается вовлеченность студентов в процесс исследования погрешностей, т.к. они являются не просто наблюдателем, но и может участвовать в этом процессе, изменяя численные значения параметров геометрической модели и наблюдая изменения погрешности системы в результате изменения параметров.

Недостатком данного графического редактора является схематичность представления графических данных, что может затруднить восприятие данной информации обычными пользователями и привести к неправильной интерпритации данных.

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ В СООТВЕТСВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ СТАНДАРТОВ ISO**

Студентки гр. 113530 Дмитерчук Е.А., Логвиненко А.С., Щербина А.К.

Канд. техн. наук, доцент Спесивцева Ю.Б.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в условиях интенсивной интеграции предприятий и создания филиалов зарубежных компаний часто встречаются задачи выполнения чертежей для иностранных заказчиков и адаптации иностранной документации для своего производства. Наличие удобной в использовании базы данных может значительно облегчить перевод конструкторской документации, оформленной по ГОСТ в соответствие со стандартами ISO, DIN, ANSI и наоборот.

Нами проводится работа по созданию информационной базы, содержащей требования ЕСКД и ISO, охватывающей самые распространенные требования и предназначенной для упрощения преобразования чертежей из одной системы в другую. На первом этапе выделены стандарты, которые нуждаются в первоочередном анализе на взаимное соответствие. Затем была создана сводная таблица, содержащая основные расхождения в требованиях стандартов ГОСТ и ISO.

С целью представления данных в наиболее доступной для восприятия форме, были рассмотрены различные варианты и выбран способ представления информации в виде сайта, содержащего адаптированное пользовательское меню с гиперссылками для быстрого и легкого взаимодействия пользователя с сервером, содержащим клиентскую базу данных. Сайт создается средствами HTML (Hyper Text Markup Language — язык гипертекстовой разметки), CSS (Cascading Style Sheets — каскадные таблицы стилей) а также JavaScript и PHP (Hypertext Preprocessor — препроцессор гипертекста) и имеет индивидуальный дизайн.

База данных содержит набор таблиц с наиболее значимыми выдержками из стандартов ЕСКД и ISO, иллюстрации в виде чертежей типовых деталей с текстовыми пояснениями, ссылки на русскоязычные и англоязычные источники.

Создание базы данных основано на принципах блочно-модульной структуры и открытости, что позволяет автономно разрабатывать отдельные ее части и обеспечивает возможность внесения изменений и дополнений, как для построения универсальной системы, так и с учетом требований конкретного предприятия.

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САЙТА КАФЕДРЫ**

Студент гр. 113530 Токаренко И.М., студент гр. 113530 Щербина А.К.  
Ст. преп. Купреева Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Официальный сайт любой организации – это мощный инструмент, формирующий отношение к ней. К виртуальному представлению кафедры учреждения высшего образования предъявляются такие же требования, как и к корпоративному сайту любой организации, использующей данный инструмент в качестве помощи для ведения бизнеса. Ключевую роль при создании сайта играет предоставление различной информации о кафедре для заинтересованных пользователей. Например, потенциальные абитуриенты информируются об услугах в области образования, новых технологиях обучения, перспективах будущей профессии. Немаловажная роль отводится информации о студенческой жизни и научно-исследовательской деятельности кафедры, проводимой в рамках запланированных мероприятий вуза. Такое информирование способствует формированию заинтересованности среди сторонних организаций к привлечению научного потенциала кафедры для решения различных задач и установлению новых деловых контактов. Создание сайта кафедры требует соблюдения определенных правил, включающих последовательные этапы разработки и наполнение его контентом с последующей поддержкой и поисковой оптимизацией. Разработка сайта кафедры “Стандартизация, метрология и информационные системы” проводилась на основании системы управления контентом (CMS) Joomla!, использующая в качестве хранилища базы данных систему управления базами данных MySQL. На первом этапе разрабатывалась навигационная структура сайта. Нами был предложен макет ссылочной структуры проекта (расположение разделов и подразделов, использование «всплывающего меню» и др.) и был обсужден вопрос информативности сайта. С этой целью был проведен анкетированный опрос студентов (участвовали 49 респондентов или 34 % от общего числа студентов факультета). По результатам анкетирования была составлена подробная структура сайта. На втором этапе проводилась разработка дизайна (эстетический вид проекта, цветовую гамму, использование фирменных цветов, дизайн главной и внутренних страниц сайта, выбор шрифтового решения). Завершающий этап создания проекта – наполнение сайта контентом. Для оптимизации процесса подготовки контента информацию разделили на три группы: фундаментальную, средней и краткой продолжительности. На данном этапе было создано семантическое ядро – поисковые запросы (словосочетания и фразы), под которые адаптируется текстовый контент сайта. По поисковым запросам разработанный сайт кафедры будет индексироваться в поисковых системах.

## **СЕКЦИЯ 8. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ В ОБЛАСТИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

УДК 658.5.012.7

### **СПОСОБЫ К АНАЛИЗУ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Студент гр. ПБ-01 (бакалавр) Атаманенко В.В.

Канд. техн. наук, доцент Филиппова М.В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

В современном приборостроении, как и в любом производстве, высокое место занимают показатели качества изделий. Во многом показатели качества зависят от модели управления производственным процессом. Наиболее прогрессивным является такое определение как «общая совокупность технических, технологических и эксплуатационных характеристик изделия и услуги, посредством которых услуга или изделие будет отвечать требованиям потребителя при эксплуатации».

На практике применяются разные модели управления качеством. Каждая модель имеет свои методы и принципы действия. Но при использовании разных моделей возникают новые проблемы объективности установления коэффициентов весомости для каждого отдельного показателя качества.

Система числовых показателей (СЧП) является основным методом определения уровня качества продукции. Для установления СЧП существует необходимость знания численных значений каждого из показателей и возможность сравнения со значениями показателей эталонной продукции.

Наиболее универсальным и надежным методом является сравнение показателей качества несколькими независимыми экспертами, каждый из которых устанавливает свои значения показателей качества продукции в зависимости от потребностей.

В будущем для улучшения показателей качества и качества оценки показателей будут затраты. Эти затраты увеличивают себестоимость продукции. Но в то же время отношение к выполнению заданий предприятия значительно будет возрастать.

#### **Литература**

1. Коновалов, Ю.Х. Проблемы создания эффективных информационных систем и их решение на основе моделирования процесса / Ю.Х. Коновалов // Информационные технологии в проектировании и производстве – 2009. – №1.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ КАК ЭЛЕМЕНТА ОБЩЕЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Студентка гр.113081-12 Буйнич Е.И.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы актуальность кадровой политики заметно возросла, перейдя из разряда очень важных вопросов в категорию ключевых аспектов успешной деятельности предприятий. В настоящее время кадровая работа, превратившаяся в управление человеческими ресурсами, направлена на формирование работоспособного и эффективно функционирующего персонала.

Кадровая политика – система теоретических взглядов, принципов, правил, норм, определяющих основное направление работы с персоналом, а также методы этой работы позволяющие создать высокопроизводительный сплоченный коллектив. Кадровая политика может быть закрытой и открытой, пассивной и активной (рациональной и авантюристической), реактивной и превентивной. Основной характеристикой закрытой кадровой политики является то, что новые сотрудники привлекаются только на низшие должности, обучение осуществляется преимущественно внутри организации, особое внимание уделяется совершенствованию мотивации труда. Открытая кадровая политика наоборот направлена на привлечение сотрудников со стороны, на обучение персонала во внешних центрах, на совершенствование стимулирования труда.

Активная кадровая политика осуществляется в соответствии со стратегией управления персоналом, которая разрабатывается и реализуется организацией. Рациональная - присутствует обоснованный прогноз развития кадровой ситуации и программа работы с кадрами. Авантюристическая – необоснованный прогноз развития кадровой ситуации.

Пассивная кадровая политика проявляется в отсутствии какой-либо программы действий относительно персонала. Для реактивной кадровой политики характерен контроль над негативным состоянием, разрабатываются меры по локализации ситуации, ограничивается кадровым планированием. Превентивная – существуют обоснованных прогнозы развития кадровой ситуации (краткосрочные и среднесрочные), но у организации нет средств для влияния на эти прогнозы.



## **РОЛЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ДИВЕРСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Студентка гр. 113619 Бунина Д.А.

Ассистент Макарская М.М.

Белорусский национальный технический университет

В условиях ограниченности (а в некоторых случаях и невозобновляемости) природных ресурсов актуальным становится вопрос об эффективном использовании энергоресурсов, являющихся неотъемлемой частью производственного процесса предприятия. В настоящее время энергообеспечение предприятия может осуществляться:

- электроэнергией от энергосистемы города и собственной;
- тепловой энергией от центральной городской котельной и собственной;
- природным газом;
- сжатым воздухом от собственной компрессорной станции.

В целях совершенствования работы по энергосбережению и решения проблемы стабильного и надежного энергообеспечения предприятия ведущими экономическими субъектами (государственной и частной форм собственности) Республики Беларусь разрабатывается и согласовывается с Департаментом по энергоэффективности Госстандарта «Программа по снижению расхода топливно-энергетических ресурсов высокой энергоэффективности», которая ориентирована на диверсификацию выпускаемой продукции, направленную на обеспечение устойчивого функционирования предприятия, расширение масштабов хозяйственной деятельности предприятия, повышение основных показателей эффективности производства и обеспечения за счет этого реального роста доходов и социальной защищенности трудового коллектива. Ярким примером эффективного использования энергоресурсов является ОАО «БАТЭ» – управляющая компания холдинга «Автокомпоненты», на котором предусмотрено введение в эксплуатацию когенерационной установки мощностью 2,0 МВт контейнерного исполнения. Данная установка позволяет снизить потребность в покупной тепловой и электрической энергии посредством комбинированной выработки электрической и тепловой энергии для обеспечения нужд предприятия электроэнергией, горячей водой для нужд горячего водоснабжения и подогрева сетевой воды для систем отопления и вентиляции.

Таким образом, эффективное использование энергоресурсов позволяет не только экономить импортируемое органическое топливо, но и снизить затраты предприятия на энергообеспечение и повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции.

## **СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЕМОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ**

Студентка гр.113620 Дапиро К.В.  
Канд. экон. наук, доцент Гурина Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Реализация – это продажа произведенных или перепродаваемых товаров и услуг, сопровождающаяся получением денежной выручки.

Существует несколько способов повышения объемов реализации:

Первым способом увеличить объем реализации является управление ценой продаж. К примеру, временное снижение цены с целью укрепления позиций в новом сегменте рынка. Этот же способ может применяться, когда у компании есть несколько направлений деятельности. В этом случае они могут полностью покрывать все затраты предприятия, а продажа части продукции по сниженной цене приносить чистую прибыль. В дальнейшем цены повышаются до среднерыночных.

Увеличить объем реализации можно также через управление сетью сбыта, через которую продукция доходит до конечного покупателя. Рост сети реализации может быть достигнут через вытеснение конкурентов с занимаемых позиций, а также через поиск новых возможностей для продажи продукции (поиск дилеров, расширение сети дистрибуции).

Управление товарным предложением чаще всего приводит к увеличению реализации компании за счет роста количества продаваемых товаров. Он может быть достигнут за счет 2 направлений работы: улучшение качества продукции и расширение (изменение) ассортимента.

Управление продвижением в компании, в сущности, сводится к использованию методов маркетинга на предприятии. Рекламные кампании, акции и бонусы для дилеров, лотереи для покупателей — все это способы закрепить в сознании потребителя нужную торговую марку, спрос на которую останется на стабильном уровне даже после окончания данных мероприятий.

В целом, основной целью деятельности службы маркетинга является изучение потребительского рынка, его интересов, осуществление позиционирования, проведения PR акций и др. В последнее время популярен CRM маркетинг, который основывается на том, что во главу угла компании ставится потребитель, иными словами основная цель внедрения CRM-стратегии — создание конвейера по привлечению новых клиентов и развитию существующих клиентов, что в конечном итоге и приводит к увеличению объемов реализации продукции.

## **ЗНАЧЕНИЕ УЧЕТА ЗАТРАТ ПРОИЗВОДСТВА КАК ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

Студент гр ПО-01 (бакалавр) Дехтярук В.В.

Канд. техн. наук, доцент Микитенко В.И.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Приборостроение – сфера реализации высокотехнологичных разработок, в том числе с использованием нанотехнологий, что определено в стратегических программах развития. С учетом ведущей роли отрасли в экономике, обеспечении устойчивого роста и социально-экономической стабилизации, приборостроение, как составляющая часть машиностроительной отрасли, является индикатором развития национальной экономики, что становится особо значимым в условиях глобализации экономики.

Проблема повышения эффективности функционирования предприятий приборостроительной отрасли – задача не только тактическая, но и стратегическая. Возникает необходимость в разработке современной концепции управления эффективностью производства на основе управления затратной составляющей. В данном случае – управление является объективной необходимостью.

В экономической практике выделяют пять основных функций управления: учет; анализ; планирование; контроль; регулирование, которые дают основу для анализа эффективности функционирования предприятия и результатов его деятельности (прибыли, убытков).

Информация об издержках производства нужна, прежде всего, для выработки политики управления предприятием с целью снижения издержек и увеличения прибыльности. Именно учет, как функция управления, обеспечивает получение необходимой объективной информации для принятия управленческих решений.

Вопросам повышения эффективности управления предприятием на основе усовершенствования учета затрат, как ключевого фактора интенсификации производства, уделено достаточно внимания в экономической литературе, но многие аспекты означенной проблемы требуют дальнейшего углубленного изучения.

## **ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Студентка гр. 113611 Захарова В.Г.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящий момент каждое предприятие заинтересовано в повышении уровня прибыли, производительности труда и мотивации работников. Однако, традиционный метод «кнута и пряника» недостаточно эффективен в условиях современной рыночной экономики. Сейчас для достижения высокого уровня результатов работы предприятия значительное внимание уделяется личностной заинтересованности сотрудников. Одним из наиболее продуктивных инструментов воздействия на современном этапе развития в управлении персоналом является тайм-менеджмент. Под тайм-менеджментом понимается технология рациональной организации времени и повышения эффективности его использования.

В современном мире жесткой конкуренции на рынке кадры решают все. Определяющим фактором успеха деятельности любой организации является грамотный, творческий, высококвалифицированный персонал, способный при решении производственных задач умело оперировать техническими возможностями и получать высокий результат. Это достигается путем качественного обучения персонала, расширением его полномочий. Также в приоритете стоит более осмысленная и разумная работа с изучением технологического процесса, осуществляемого на предприятии, поиск «свежего» взгляда и неординарного подхода к решениям задач, с которыми приходится сталкиваться сотрудникам. В то же время руководство должно принимать активное участие в повышении производительности труда и быть примером для своих подчиненных. Помимо этого оно должно использовать и другие доступные вспомогательные средства для обучения персонала тайм-менеджменту параллельно с этим контролировать и отслеживать изменения результатов работы сотрудников. Руководство должно участвовать в жизни предприятия, поддерживать новые идеи, поощрять и вознаграждать работников за их успехи.

Можно сделать вывод о том, что в современных условиях система тайм-менеджмента является эффективной системой для повышения активной и плодотворной работы сотрудников, которые заинтересованы в повышении инновационного потенциала, производительности и совершенствовании процессов, осуществляющихся на каких-либо этапах развития производства или непосредственной деятельности организации.

## **ПРОБЛЕМЫ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ЭКОНОМИКУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Студентка гр. 113611 Захарова В.Г.

Ст. преп. Серченя Т.И.

Белорусский национальный технический университет

Одной из задач рыночной экономики является осуществление инвестиционной деятельности, которая ориентирована на создание новых высокотехнологичных производств с высокой добавленной стоимостью. Именно инвестиции способны сделать изобретения наукоемким востребованным продуктом. В настоящее время в Беларуси проводится целенаправленная инвестиционная политика, ориентированная на создание благоприятного инвестиционного климата для устойчивого экономического роста. Поскольку Беларусь является страной с ограниченными внутренними ресурсами, она заинтересована в поступлении финансовых средств из вне.

Беларусь является участницей многосторонних договоров, образует единое таможенное пространство с Россией, единое экономическое пространство с Россией и Казахстаном. Потенциальный инвестор, приходя в Беларусь, получает доступ к широкому рынку России и Казахстана. Созданные с участием иностранного капитала коммерческие организации имеют ряд преимуществ перед национальными субъектами хозяйствования в области уплаты налогов и таможенных пошлин. С целью привлечения иностранных инвестиций и содействия реализации инвестиционных проектов создано и функционирует РУП «Национальное инвестиционное агентство».

Однако, несмотря на принимаемые меры, прямые иностранные инвестиции (ПИИ) остаются крайне малыми. Всего за 2012 г. в реальный сектор Республики Беларусь (без банков) поступило 14,3 млрд. долл., из них прямых – 10,4 млрд. долл., портфельных – 0,02 млрд. долл., прочих – 3,9 млрд. долл. В настоящее время техническое перевооружение и модернизация действующих производств в Беларуси осуществляется преимущественно, за счет собственных средств предприятий. В этом случае не возникают долговые обязательства и дополнительные расходы по их обслуживанию. Но рассчитывать на собственный инвестиционный потенциал могут лишь предприятия с рентабельностью выше 20%. По данным за 2013 год рентабельность реализованной продукции (работ, услуг) упала с 14% до 9,2%.

Поэтому необходимо активизировать деятельность по привлечению в страну не портфельных инвесторов, преследующих краткосрочные цели, а именно стратегических инвесторов, создающих дополнительные рабочие места, насыщающих рынок конкурентоспособной продукцией.

## **ЛАТЕРАЛЬНЫЙ МАРКЕТИНГ КАК НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ**

Студентка гр.113621 Казак Е.В.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Усиливающуюся конкуренцию можно рассматривать как новый этап динамичного функционирования рынков, что предполагает формирование новой парадигмы управления инновациями, в том числе маркетинговыми. В целом маркетинговые стратегии характеризуются нацеленностью на быструю обновляемость, создание новых конкурентных преимуществ, отказ от логически обусловленных подходов. Инновации дают их обладателям преимущество перед конкурентами, поэтому все больше компаний включается в гонку за создание новых продуктов и способов продвижения. Одним из передовых направлений в рассматриваемой области является латеральный маркетинг, основывающийся на содействии появлению новых идей, на которых базируются инновации.

Технология латерального маркетинга состоит в нахождении связи между различными понятиями, которые на первый взгляд никак не связаны между собой. Классический, или «вертикальный», маркетинг, как правило, рассматривает обычный фиксированный рынок. Он оперирует такими категориями как его размер, рыночная доля, конкуренты и т. п. Новинки при этом создаются посредством известных приемов: модуляции, изменения размера, смены упаковки, обновления дизайна и т.д. Однако таким образом принципиально новый продукт создать нельзя. Разработка идей с помощью технологий латерального маркетинга приводит к возникновению новых товарных категорий и рынков. Некоторые товары, появившиеся в результате использования латерального маркетинга, создаются по принципу объединения свойств нескольких товаров (интернет-кафе, энергетические напитки).

Новые продукты часто требуют значительных инвестиций, включая расходы на продвижение. Но экономический эффект может оказаться намного большим, нежели в случае с новинками, полученными традиционным путем, поскольку результатом латерального маркетинга является создание нового рынка, а значит и получение большей прибыли.

Управление инновациями стало образом жизни многих западных компаний. Данное направление приносит очевидные результаты даже в условиях кризиса. Отечественным компаниям, не занимающим лидирующих позиций на международном рынке, следует обратиться к латеральному маркетингу, так как это позволит поднять их конкурентоспособность на приемлемый уровень и обеспечить высокие показатели прибыльности.

## **РАЗВИТИЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТЬЮ НА УРОВНЕ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Аспирант Калинин А.Ю.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Развитие законодательства в сфере инновационной деятельности диктует необходимость совершенствования системы управления интеллектуальной собственностью на уровне предприятия. Основными законодательными актами являются:

- Закон Республики Беларусь от 10 июля 2012 г. № 425-3 «О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь» (одним из принципов осуществления инновационной деятельности является принцип защиты прав на объекты интеллектуальной собственности);

- Указ Президента Республики Беларусь от 7 августа 2012 г. № 357 «О порядке формирования и использования средств инновационных фондов» (одним из условий для финансирования инновационных проектов за счет средств инновационных фондов является новизна технологии/продукта, подтверждением которой является наличие патентной защиты либо проведенное исследование патентоспособности);

- Указ Президента Республики Беларусь от 4 февраля 2013 г. № 59 «О коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, созданных за счет государственных средств» (четкое распределение прав на результаты научно-технической деятельности является необходимым условием при осуществлении НИОКР при финансировании за счет государственных средств);

- Указ Президента Республики Беларусь от 20 мая 2013 г. № 229 «О некоторых мерах по стимулированию реализации инновационных проектов» (для участия в конкурсе на получения грантов и ваучеров Белорусского инновационного фонда необходимым условием является использование объектов интеллектуальной собственности (изобретений), с момента регистрации которых прошло не более 3х лет);

- Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31 октября 2012 г. № 995 «О порядке формирования перечня инновационных товаров» (для включения товаров в данный перечень необходимо оформление соответствующего патента и карты технического уровня).

Приоритетом становится не просто обеспечение патентной защиты, а развитие инструментов и механизмов коммерциализации на основе анализа и совершенствования процессов создания и использования объектов интеллектуальной собственности.

## ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГ КАК ВАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРОДУКЦИИ НА РЫНОК

Магистрант сп. 1-25 80 04 Каменко И.И.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Интернет-маркетинг – это комплекс мероприятий по продвижению и продаже на рынке товаров и услуг посредством использования всех элементов традиционного маркетинг-микса в интернете. Основные элементы комплекса интернет-маркетинга: *товар (Product)* (должен иметь достойное качество, т.к. он конкурирует с другими сайтами и традиционными магазинами), *цена (Price)* (обычно цена в интернете ниже, чем в магазине за счет экономии на издержках, необходим контроль цены и сравнение ее с конкурентами), *продвижение (Promotion)* (комплекс мер по продвижению как сайта, так и товара в сети: поисковое продвижение, контекстная и баннерная реклама, e-mail маркетинг, вирусный маркетинг, скрытый маркетинг, интерактивная реклама, работа с блогами и соцсетями и т.д.), *место продаж (Place)* (большую роль играет графический дизайн сайта, юзабилити сайта и качество обработки заявок с него, скорость загрузки, работа с платежными системами, условия доставки, работа с клиентами до, во время и после продажи). Вся активность интернет-маркетинга можно разделить на три основных вида деятельности: привлечение новых клиентов (используются инструменты: интернет-реклама, PR, SEO), удержание клиентов (сайт и контент, поддержка пользователей, различные акции), исследование (целевой аудитории и конкурентной среды), мониторинг (степени удовлетворенности клиентов и эффективности рекламных кампаний).

Интернет-маркетинг имеет несколько бизнес-моделей. Основные модели: бизнес-бизнес (B2B) и бизнес-потребитель (B2C). B2B состоит из компаний, которые делают бизнес между собой, в то время как B2C подразумевает прямые продажи конечному потребителю. Первой появилась модель B2C. B2B схема оказалась более сложной и начала действовать позже. Третья модель - «пользователь-пользователь» (C2C), где обычные пользователи интернета меняются между собой и продают товары друг другу. Основные преимущества интернет-маркетинга: интерактивность, максимально точный таргетинг, постклик-анализ, экономия средств, расширение деятельности компании, большой охват целевой аудитории, получение нужной информации о товаре и услугах. Недостатки: высокая стоимость сопутствующих интернет-услуг, зависимость от скорости интернет-соединения, ограниченность платежных методов.



## ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ТОВАРОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА РЫНКЕ

Студентка гр.113611 Киселевская А.Г.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Современная экономика страдает не от дефицита, а от излишков. Инвесторы могут выбирать из тысяч взаимных фондов. Студентам на выбор предлагаются сотни школ бизнеса. С точки зрения продавца, это можно назвать гиперконкуренцией. С точки зрения покупателя – сверхвыбором. Если все товары и услуги на рынке одинаковые, полноценной победы не добьется ни одна компания. Компания должна стремиться к значимым и существенным позиционированию и отличительной особенностью. За каждой компанией или рыночным предложением должна стоять некая доведенная до сознания целевого рынка особая идея; каждая компания должна придумывать новые свойства, услуги, гарантии, поощрение для преданных потребителей, новые удобства и удовольствия. Вообще позиционирование - это разработка и создание имиджа товара таким образом, чтобы он занял в сознании покупателя достойное место, отличающееся от положения товаров конкурентов а так же комплекс маркетинговых элементов, с помощью которых людям необходимо внушить, что данный товар создан специально для них, и что он может быть идентифицирован с их идеалом.

Существует несколько видов позиционирования:

- на основе потребительских преимуществ товара;
- на основе расширения круга покупателей данного товара;
- сегмент повышения престижности данного товара;
- сегмент учёта слабых сторон конкурентов данного товара.

Необходимо всегда помнить, что ошибки в позиционировании продукции на рынке могут привести к полному нивелированию всех остальных маркетинговых усилий. Стратегия позиционирования предназначена для выигрыша за счёт повышения эффективности самих маркетинговых усилий. Рыночный успех является главным критерием оценки деятельности отечественных предприятий, а их рыночные возможности предопределяются правильно разработанной и последовательно осуществляемой товарной политики. Таким образом, данная тема очень актуальна в наше время.

## **ФАКТОРЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Магистрант Козлова Е.А.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Повышение эффективности инновационной деятельности предприятия напрямую зависит от рыночных возможностей и рисков, поэтому особое внимание стоит уделять структуре факторов. Факторы, влияющие на развитие инновационных процессов на предприятии, можно дифференцировать на внешние и внутренние. Воздействие внешних факторов на деятельность современных инновационных структур в результате отражается на долгосрочных тенденциях общего развития сферы производства. Стабильность внешней факторной системы, наличие благоприятных общеэкономических условий в национальной экономике обеспечивает условия работоспособности механизмов стимулирования инновационной восприимчивости производителей и потребителей, развития инфраструктуры инновационной деятельности, формирования рынка инновационной продукции и процессов. Формирование положительных факторов инновационной направленности на макро-, мезо-, микроуровне является комплексным и регулируется выбором направлений государственной промышленной политики в инновационной сфере, а также способами и методами их практической реализации.

На уровне предприятия факторы, определяющие инновационную восприимчивость предприятия, можно разделить на организационные и экономические. В качестве ключевых, влияющих на эффективность процесса разработки инноваций, выделяют: функционирование инновационных структур, руководство, координацию использования ресурсов, взаимодействие с клиентами, поставщиками, квалификационный персонал, накопленные технологические знания.

Руководство предприятий, заинтересованное в удержании и усилении собственных конкурентных позиций вынуждено прилагать усилия для разработки и освоения нововведений, непрерывное создание и успешная реализация которых являются фактором повышения эффективности инновационного развития предприятия, а значит, и важнейшим фактором успеха в конкурентной борьбе.

### **Литература**

1. Русак, Е.С. Экономический механизм развития предприятий в условиях инновационной экономики / Е.С. Русак, Е.И. Сапелкина [и др.] – Москва: Право и экономика, 2012. – 346 с.

## ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ БЕЛОРУССКИХ БРЕНДОВ НА МЕЖДУНАРОДНОМ РЫНКЕ ТОВАРОВ И УСЛУГ

Студентка гр. 113610 Королея М.П.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Мировая экономика существенно изменилась за последнее десятилетие, убрав географические границы для производственных мощностей и сосредоточив конкурентную борьбу фактически на уровне торговой марки товара, то есть «бренда». И зачастую битва за технологии начинает отходить на второй план, и главной становится битва за потребителя товара, то есть конкуренция между брендами. Кроме того бренды оказывают существенное влияние на формирование имиджа страны за рубежом.

Сегодня экономика Беларуси находится на пути инновационного развития. Творить выгодно, поскольку интеллектуальная собственность принесит реальные дивиденды. Но в условиях постоянно меняющейся внешнеэкономической ситуации особую актуальность приобретает проблема позиционирования белорусских брендов на международном рынке.

Позиционирование — один из первых стратегических шагов, который должен сделать любой брэнд прежде чем развернуть работу по созданию своих главных атрибутов-идентификаторов — имени, логотипа, слоганов и т. д. Но насколько серьезно и ответственно отечественные предприятия и организации относятся к вопросу о грамотном создании и подаче своих брендов на рынках. Ведь в настоящее время создание бренда или брендинг является основой инновационного развития организации, становясь инструментом управления отношениями с клиентами, поставщиками, товаропроводящей структурой и т.д.

Следует отметить, что с проблемами позиционирования брендов сталкиваются не только новые и развивающиеся компании, но также и довольно известные организации с достаточно долгой историей.

Единственный шанс не затеряться среди конкурентов — выгодно подчеркнуть свои сильные стороны, сделать акцент на положительных качествах товара. Именно поэтому работу в данном направлении нужно вести целенаправленно, последовательно и основательно, стараясь сделать этот процесс всеобъемлющим, распространяя его за рамки взаимодействий с локальным потребителем в область корпоративных отношений, производстве и продаже инновационных товаров и услуг.

## **РОЛЬ И МЕСТО ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СТРАНЫ В МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛЕ**

Студентка гр.113610 Кушнер М.А.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Развитие транспортной сети, повлекшее за собой усиление торговых связей между государствами всего мира, а также прогрессирующие процессы глобализации, выводят на первый план такое направление в логистике, как международная логистика. Главной особенностью международной логистики является тот факт, что производитель и потребитель находятся в различных государствах, следовательно, процесс доставки товаров потребителю включает в себя преодоление государственных границ и таможен.

В Республике Беларусь перевозки грузов во внутривнутриреспубликанском и международном сообщениях осуществляются железнодорожным, автомобильным, водным, трубопроводным и воздушными видами транспорта, которые составляют транспортный комплекс республики.

Переход страны к рыночным отношениям и интеграция в мировую рыночную систему диктуют необходимость качественного и полного удовлетворения потребностей экономики республики в транспортном обслуживании на логистических принципах.

В состав логистической системы РБ входит совокупность логистических центров – комплексов, включающих специально отведенный участок с расположенными на нем зданиями, сооружениями, оборудованием, предназначенный для оказания логистических услуг в процессе движения материальных потоков от производителя к потребителю.

Правительство РБ в рамках реализации Комплексной программы формирования транспортно-логистической системы 2008-2015гг. планирует создание целой серии региональных транспортно-логистических центров.

Для Беларуси, имеющей ограниченные сырьевые и энергетические ресурсы, результаты в сфере транспортных услуг являются важнейшим источником экономического и социального развития. Выгодное географическое расположение нашей страны позволяет получить существенные доходы от транзитных перевозок и тем самым увеличить экспорт транспортных услуг, создать новые рабочие места в сфере обслуживания таких перевозок.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОРПОРАЦИЙ В ЕЭП**

Студент гр. 11306112 Ладутько М.М.

Ст. преп. Серченя Т.И.

Белорусский национальный технический университет

Современные условия развития мировой экономики отчетливо показывают, что необходимым условием повышения конкурентоспособности национальной экономики любого государства является развитие наукоемких производств, увеличение темпов внедрения в производство новейших научно-технических решений. Реализация данных условий возможна путем создания межгосударственных научно-производственных корпораций, которые могут стать отправной «точкой роста» конкурентоспособности в рамках формируемого государствами ЕЭП единого инновационного пространства. Формированию корпораций данного типа способствует наличие в государствах ЕЭП передовых научных заделов. По этой причине, по мнению академика РАН Глазьева С.Ю., перспективным является создание совместных корпораций в области атомной, авиационной, ракетно-космической и металлургической промышленности, в которых может достигаться значительный синергетический эффект объединения научной, производственной и сырьевой составляющих общего воспроизводственного контура.

Однако существует ряд объективных факторов, тормозящих создание обозначенных корпораций. В первую очередь, это отсутствие отлаженных связей между наукой, производством и образованием в государствах ЕЭП. Научная деятельность сосредоточена преимущественно в исследовательских организациях (академических институтах, высших учебных заведениях, отраслевых НИИ). В таких условиях наука оказывается оторванной от реальных запросов производственного сектора, что не способствует развитию мощного инновационного потенциала как на микро-, так и на макроуровне. Поэтому формирование межгосударственных научно-производственных корпораций выступает своеобразным механизмом интеграции науки, производства и образования, призванным решить проблему серийного производства наукоемкой продукции по собственным разработкам. При этом, по мнению ряда ученых, из всех форм корпоративного бизнеса государствам ЕЭП стоит отдать предпочтение созданию научно-производственных корпораций с государственной формой собственности. Поскольку такая форма собственности может выступить гарантией того, что полученная межгосударственными научно-производственными корпорациями прибыль будет реинвестирована в развитие формируемого единого инновационного пространства ЕЭП, а не вывезена за рубеж.

## **РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ИНТЕГРИРОВАННОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ БИЗНЕС-ИНКУБИРОВАНИЯ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Студент гр. 113620 Ледаев А.Л.

Магистр экон. наук Журкевич М.В.

Белорусский национальный технический университет

Ежегодно большое количество молодых белорусских ученых занимается разработкой инновационных проектов, идей и технологий. Начальные научные исследования обычно проводятся в университетах, на оборудовании специализированных лабораторий. Однако, как только разведывательная часть проекта завершается, остро встает вопрос о его дальнейшей судьбе, которую невозможно представить без привлечения средств из внешних источников. Исследователи, как правило, не имеют четкого плана финансирования своего проекта, им знакомы некоторые потенциальные источники – государственное финансирование, международные программы и гранты, к которым они и прибегают. Но инновационный цикл на каждой стадии представляет собой самостоятельный процесс, имеющий четкие границы и признаки, а список организаций, заинтересованных в развитии той или иной разработки, довольно широк, и содействовать инновационному проекту инвесторы готовы на совершенно разных условиях. Поэтому на разных этапах создания и развития малого инновационного предприятия целесообразно использовать различные источники финансирования. Например, стадия прикладных научных исследований довольно далека от создания промышленного производства и получения прибыли, способной покрыть затраты и возместить вложенные средства, но и объем необходимых денежных средств относительно невелик. С другой стороны, для начала производства требуются значительные потоки инвестиций, которые при правильном планировании смогут окупиться в короткий промежуток времени.

В целях оптимизации инвестиционных процессов коммерциализации результатов научно-технической продукции необходима разработка эффективного механизма интегрированного финансирования процессов бизнес-инкубирования малых инновационных предприятий, основанного на отечественной практике и опыте экономически развитых стран. Использование научно-обоснованного подхода к процессам бизнес-инкубирования позволит получить оптимальные результаты в выработке стратегии построения малых инновационных предприятий, что является ключевым аспектом развития инновационной деятельности в Республике Беларусь.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ В ОРГАНИЗАЦИИ

Студентка гр.113621 Маслокова А.С.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Управление персоналом является главным правилом эффективного менеджмента в любой организации. При неверном управлении возникает множество проблем, среди которых можно выделить следующие основные проблемы при управлении персоналом:

**Проблема отличника.** Обычно руководителем назначают лучшего сотрудника, вследствие этого многие такие руководители имеют знания только в своей области и лишь поверхностно владеют технологией управления.

**Позитивная проекция.** Это желание приписывать другим людям свои собственные черты характера. Это является заранее неверным поведением, не стоит считать всех людей своим отражением.

**Синдром старшего.** Сотрудники часто и пристально наблюдают за руководством. Иногда многие начальники осознанно подчеркивают дистанцию между собой и персоналом. В итоге если начальник сохраняет управляемость, то лишь на уровне жестких требований.

**Большая разница в зарплате между руководителем и подчиненным.** Эта разница должна составлять примерно 30 %.

**Текучесть кадрового состава.** Как правило, текучесть кадрового состава нельзя контролировать по ряду причин: неправильное формирование работников и неэффективное распределение зарплаты. Очень часто бывает, так что компания забывает о необходимости привлечения молодых специалистов. Многие хорошие специалисты остаются вне поля зрения.

Указанные проблемы говорят о том, что современные проблемы управления в организациях любого бизнеса, имеют свои правила. Рассмотренные выше обстоятельства говорят о том, что в качестве предмета кадрового менеджмента небольших по персональному составу организаций выступает эффективность деятельности персонала. Руководитель-профессионал постарается выявить все проблемы управления персоналом, запомнить их, чтобы больше их не повторять.

## **ВЕНЧУРНЫЕ ИНВЕСТИЦИИ КАК ВЫГОДНОЕ ВЛОЖЕНИЕ В ИННОВАЦИОННЫЙ БИЗНЕС**

Студентка гр.113621 Масляк А.М.

Ст. преп. Минько М.В.

Белорусский национальный технический университет

Особенностью инновационной деятельности является высокая степень неопределенности ее конечных результатов, что обуславливает повышенные риски при вложении финансовых средств в разработку и создание новой высокотехнологичной продукции. В итоге складывается ситуация, при которой финансовые риски, связанные с неудачной реализацией инновационного проекта, могут оказаться довольно высокими, причем, чем они выше, тем сложнее предпринимателю найти традиционные источники финансирования для реализации такого проекта. Между тем, в условиях все более интенсивного разворачивающегося научно-технологического прогресса отказ от осуществления рисковых, но вместе с тем перспективных инновационных проектов грозит на практике большими экономическими потерями. Это обуславливает необходимость венчурных инвестиций - инвестиций в высокорисковые проекты, при этом потенциально обладающие высоким уровнем доходности.

Традиционно получателем такого рода инвестиций являются малые перспективные компании, ориентированные на разработку и производство наукоемких продуктов, а также перспективные it-стартапы. Для обычных банковских инструментов (например, кредитов) такие предприятия зачастую представляют слишком большой риск.

Венчурные инвесторы стараются максимально контролировать свои инвестиционные риски, поэтому вкладывают деньги в те сегменты или стадии бизнеса, в которых обладают максимальной экспертизой.

Профессиональный венчурный инвестор приносит в проект "умные деньги", т.е. это не просто финансирование, это также стратегия и видение, свой практический опыт, контакты и связи, доступ к потенциальным партнерам и клиентам. Венчурные инвестиции имеют четкий целевой характер, т.е. направлены на реализацию конкретных целей и задач, таких как проверка гипотез рынка на самых ранних стадиях, гипотез развития продукта, построение команды и процессов для эффективного масштабирования и выхода на рынок.

Венчурные инвестиции осуществляются именно в сфере инноваций, поскольку этот фактор обычно обеспечивает высокую масштабируемость бизнеса и скорость развития стартапа и, соответственно, возврат инвестиций. Однако уровень риска весьма высок из-за большой неопределенности с перспективами рынка, технологии или продукта.



## **HR-БРЕНДИНГ КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ИМИДЖА КОМПАНИИ**

Студентка гр.113621 Масляк А.М.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Бренд работодателя – это образ вашей компании как хорошего места работы в глазах всех заинтересованных лиц, а также набор экономических, профессиональных и психологических выгод, которые получает работник, присоединяясь к вашей компании. Имидж компании необходим не только для удержания, но и для привлечения талантов. На благоприятный имидж компании влияет внедрение HR-брендинга как создания благоприятного имиджа работодателя. Компании с сильным HR-брендом получают 7 важных конкурентных преимуществ: 1) более высокая производительность труда и рентабельность; 2) устойчивость во время экономических спадов; 3) больше откликов от квалифицированных кандидатов; 4) снижение текучести персонала; 5) сокращение негативного воздействия стресса на сотрудников; 6) повышение уровня удовлетворенности и лояльности клиентов; 7) больше инициативы, творчества и инноваций со стороны сотрудников.

Формирование HR-бренда - трудоемкий и менее стихийный процесс, он нуждается в тщательно выверенных действиях и прежде всего - в детальном изучении целевой аудитории. При разработке концепции, в соответствии с поставленными целями и задачами, выбираются конкретные инструменты воздействия на аудиторию: способы, формы и каналы донесения информации. Не существует универсальных и идеальных инструментов воздействия для всех работодателей - важно, чтобы обещание HR-бренда соответствовало ожиданиям и потребностям подходящих кандидатов. Компании при этом осуществляют более качественный подбор, где поток незначимых резюме снижается, а число откликов от «нужных» людей, которые действительно высоко мотивированы на работу именно здесь, растет. Кандидаты в свою очередь получают максимум информации для того, чтобы принять правильное решение и выбрать работодателя, который им подходит.

HR-брендинг - это комплекс целенаправленных мероприятий по формированию положительного имиджа работодателя с целью постоянного привлечения лучших из лучших специалистов в своей отрасли. Создание HR-бренда требует выявления ценностей и потребностей работников компании, а также тех специалистов, которых компания стремится привлечь.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ СОВРЕМЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Студентка гр. 113611 Мойсейчик Д.А.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Управление персоналом является одним из важнейших направлений в стратегии современной организации, поскольку в условиях развития высоко технологичного производства роль человека возрастает, и к его способностям, уровню знаний и квалификации предъявляются все более высокие требования. Эффективность функционирования системы управления персоналом определяется ее вкладом в достижение организационных целей. Управление кадрами эффективно настолько, насколько успешно персонал фирмы использует свой потенциал для реализации стоящих перед ней целей. Система управления кадрами представляет собой комплекс целей, задач и основных направлений деятельности, направленных на обеспечение постоянного повышения конкурентоспособности организации в рыночных условиях, роста производительности труда и качества работы, обеспечение высокой социальной эффективности функционирования коллектива. Она состоит из нескольких подсистем, выполняющих соответствующие функции. В этом аспекте приобретает особую значимость формирование и использование действенных инструментов эффективного управления персоналом, позволяющих наиболее полно использовать имеющийся трудовой потенциал, что даст возможность получить существенные социально-экономические результаты без вложения значительных дополнительных ресурсов. Это обуславливает необходимость проведения исследований и актуальность инновационных разработок в вышеуказанной области, позволяющих объективнее оценивать труд персонала, повышать уровень использования его потенциала на базе соответствующей системы мотивации, направленной на рост эффективности производственной деятельности и конкурентоспособности предприятия.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ БРЕНДИНГА ПРИ ПРОДВИЖЕНИИ ТОВАРОВ**

Студентка гр. 113611 Мойсейчик Д.А.

Канд. экон. наук, доцент Мелюшин П.В.

Белорусский национальный технический университет

В условиях жесткой конкуренции перед коммерческими организациями, в том числе широко известными предприятиями, возникает достаточно сложная задача: удержать свои позиции на рынке и сохранить эффективность деятельности. Как правило, руководством компаний осуществляется ряд мероприятий по увеличению доли на рынке, по снижению затрат в целях осуществления ценовой конкуренции и множество других. Но зачастую этого бывает не достаточно для того, чтобы выжить. Многие специалисты все больше склоняются к выводу, что основным фактором успеха большинства предприятий является верность потребителей, другими словами их «лояльность». Данное понятие появилось у нас в стране не так давно, но уже привлечь к себе интерес. Высшая степень лояльности потребителей – это почти фанатичное почитание бренда. В настоящее время тема брендинга становится актуальной. Ассортимент товаров постоянно расширяется, технологический уровень производства достиг такого положения, что качественные характеристики аналогичных товаров практически не отличаются. Именно по этому для производителей стало очень важным придать своему продукту индивидуальность, запоминающийся образ, который бы выделял его в своей товарной группе. Эту задачу с успехом решает брендинг, который, используя различные художественно-графические, цветовые возможности в начертании названия, сочетании в нем слов и звуков, рождающих определенные ассоциации, а так же различных рекламных мероприятий, придает продукту особую ценность в глазах потребителей. При этом происходит воздействие не только на рациональность мотивов совершения покупки, но и на эмоции потребителя, которыми они зачастую руководствуются, особенно совершая покупку товаров ежедневного использования.

## ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

Студентка гр. 12 МДНД Невская К.И.

Канд. экон. наук, доцент Мещерякова Е.В.

Белорусский государственный технологический университет

Формирование инновационной экономики является приоритетным направлением развития Беларуси, при этом первоочередной задачей становится преодоление факторов, сдерживающих разработку и внедрение инновационных проектов, создание благоприятного инвестиционного климата. Представленная в 2011 г. Национальным статистическим комитетом оценка факторов, препятствующих развитию инноваций в организациях промышленности, показала, что наиболее очевидными преградами на пути инновационной деятельности являются:

- недостаток собственных денежных средств (48,93% промышленных организаций Республики Беларусь, принимавших участие в опросе 2010 г., охарактеризовали этот фактор как основной или решающий; 34,68% – как значительный);
- высокая стоимость нововведений (32,08% опрошенных определяют фактор как решающий; 51,75% рассматривают его как довольно существенный);
- значительный экономический риск (21,63% организаций промышленности считают принципиально невозможным коммерциализацию инноваций в условиях нестабильности функционирования; 46,84% отмечают существование значительных угроз и барьеров для получения потенциальной прибыли);
- длительные сроки окупаемости нововведений (обусловлены, как правило, взаимодействием второго и третьего факторов; 20,07 и 49,63% опрошенных организаций полагают, что указанная причина играет решающую и значительную роль в препятствовании инновациям);
- недостаток поддержки со стороны государства (в большинстве случаев основным источником финансирования нововведений в промышленности остаются собственные средства в виде чистой прибыли и амортизационного фонда; 18,58% опрошенных организаций отмечают решающее значение господдержки; 46,02% – что она может оказать значительную помощь в реализации инновационных проектов);
- низкий инновационный потенциал организаций, нехватка квалифицированного персонала, невысокий платежеспособный спрос на новые виды продукции, неразвитость рынка технологий.

Но, несмотря на существующие ограничения, Беларусь обладает достаточными возможностями для преодоления негативных явлений и становления инновационной экономики.

## **КРУГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ КАК СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПЕРСОНАЛА**

Студентка гр.113621 Нечай О.С.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях организация аттестации как способа измерения результатов обучения и мотивации для многих компаний является достаточно важной задачей. В то же время основная проблема аттестации заключается в том, что традиционные методики чрезвычайно громоздки, трудоемки и малоэффективны. Одним из способов успешного проведения объективной оценки сотрудников является круговая аттестация.

Круговая аттестация или «Аттестация 360°» является современной методикой оценки деловых и личностных качеств. Суть круговой аттестации заключается в том, что сотрудника оценивают по определенным компетенциям-критериям его окружение выступающих в роли экспертов: руководитель, коллеги по работе, подчиненные. По тем же критериям специалист также осуществляет оценку, которая впоследствии сравнивается с характеристиками экспертов. Такая схема предполагает тройную обратную связь: сверху вниз — от непосредственного руководителя, по горизонтали — от коллег и снизу вверх — от подчиненных. Отличие круговой аттестации от обычных аттестационных комиссий, создаваемых на некоторых предприятиях, состоит в том, что последние не оправдывают себя из-за большой доли субъективизма в оценках: аттестуемых представляет их руководитель, который дает своим подчиненным, как правило, самую лестную характеристику, вследствие чего члены комиссии не могут объективно оценивать сотрудников других подразделений. Естественно, результаты таких аттестаций не соответствуют требованиям современных предприятий. Основные преимущества круговой аттестации:

- простота организации и исполнения;
- практически не отвлекает персонал от работы;
- не требует формирования аттестационных комиссий;
- охватывает все основные аспекты жизнедеятельности коллектива;
- не только измеряет качества сотрудников, но и заметно влияет на их развитие.

Таким образом, при использовании методики круговой аттестации оценка сотрудников получается многосторонней, наиболее полной и объективной.

## **ПРИБЫЛЬ ТОРГОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ: ЗНАЧЕНИЕ И РЕЗЕРВЫ РОСТА**

Магистрант Рагель В.В.

Канд. экон. наук, доцент Подобед Н.А.

Белорусский государственный экономический университет

В настоящее время в условиях рыночной экономики увеличивается количество торговых объектов. Каждая торговая организация стремится получить как можно большую прибыль при минимальных затратах. Для обеспечения прибыльности своего дела торговой организации следует глубоко анализировать сложившуюся ситуацию на рынке, а также внутри своей организации. Достижение главной цели – максимизации прибыли возможно только при правильном и продуманном планировании деятельности торговой организации.

Существует два основных показателя, характеризующие эффект и эффективность торговой деятельности: прибыль и рентабельность. Первый из них является целью работы коммерческих объектов, второй показатель – позволяет точно оценить уровень развития торговой организации.

Прибыльность деятельности любого торгового объекта определяет его возможность самостоятельного функционирования. Прибыль как экономическая категория получила новое значение в условиях перехода к рыночным отношениям. Прибыль является основным побудительным мотивом осуществления любой предпринимательской деятельности, поскольку обеспечивает рост благосостояния собственников предприятия через доход на вложенный капитал. Кроме этого, прибыль через систему налоговых платежей позволяет формировать доходную часть государственных бюджетов всех уровней, создавая тем самым базу экономического развития государства в целом. Таким образом, обеспечивая интересы государства, собственников и персонала торговых объектов, прибыль является одним из важнейших показателей оценки эффективности деятельности организации в условиях рыночной экономики. Высокий уровень рентабельности дает преимущество в привлечении инвестиций, в получении кредитов, в выборе поставщиков. В дальнейшем высокая рентабельность определяет конкурентоспособность, а также степень независимости от изменений рыночной конъюнктуры. В связи с этим, вопросы экономического анализа уровня рентабельности в торговле с целью выявления резервов для ее повышения приобретают особое значение.

Важнейшим резервом роста прибыльности торговой организации является совершенствование структуры розничного товарооборота, увеличение в его объеме удельного веса непродовольственных товаров. Для торговых организаций потребительской кооперации данное направление повышения прибыльности является особенно актуальным, так как удельный вес продовольственных товаров в товарообороте, в том

числе социально значимых товаров, обуславливает низкую прибыльность торговли.

Основными резервами повышения за счет увеличения объема реализации товаров является осуществление эффективной маркетинговой политики в организации; диверсификация ассортимента путем включения в ассортиментный перечень взаимозаменяемых и взаимодополняющих товаров, позволяющих повысить комплексность покупок; интенсификация рекламной и информационной деятельности торгового предприятия [1].

Основными резервами повышения прибыли и рентабельности за счет увеличения уровня цен реализации товаров является: эффективное осуществление разработанной ценовой политики предприятия на потребительском рынке; использование благоприятной торговой конъюнктуры на отдельных этапах планового периода, особенно при реализации сезонных товаров; повышение уровня торгового обслуживания с соответствующим повышением уровня цен на отдельные товары.

Основными резервами повышения прибыли и рентабельности за счет снижения уровня цен закупки товаров являются: сокращение числа посредников при закупке товаров; использование всей системы ценовых скидок и др. [2].

Резервами роста прибыли в коммерческих организациях потребительской кооперации могут быть: расширение ассортимента товаров; внедрение инноваций коммерческого характера с целью увеличения объемов продажи новых товаров, пользующихся повышенным спросом; разумное использование средств, получаемых от экономии затрат; развитие материально-технической базы [3]. При этом необходимо выбрать определенную стратегию деятельности: либо снижать цену товаров в соответствии с уменьшением спроса на имеющиеся в наличии товары в расчете на то, что это приведет к росту объема продажи и может увеличить прибыль, либо не изменять цену, ориентируясь на сохранение стабильности умеренного спроса.

## Литература

1. Коржов, В.С. Формирование модели корпоративного управления в системе потребительской кооперации Республики Беларусь/ В.С. Коржов// Потребительская кооперация – 2008. – № 4(23). – С.31 – 35.
2. Томкович, М.П. Социально-экономические приоритеты функционирования оптовой торговли потребительской кооперации /М.П. Томкович// Потребительская кооперация: теория и практика : материалы междунар. науч.-практ. конф. под общ. ред. Г.В. Германовича – Минск : ГИВЦ Минсельхозпрода, 2008. – 248 с.
3. В модернизации - будущее потребкооперации // «Республика» - 2013. – 15 февраля – №30 (5691) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.respublika.info/5691/vp/article60029/>

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ «МАРКЕТИНГ-МИКС» НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Студентка гр.113620 Петрукович О.А.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Маркетинг-микс – набор поддающихся контролю переменных факторов, совокупность которых позволяет решить маркетинговые задачи в отношении целевых рынков.

Служба маркетинга занимается разработкой тактики фирмы и осуществлением товарной, ценовой, сбытовой политики и стратегии продвижения товара на рынке, что другими словами называется комплекс «маркетинг-микс».

Длительное время специалисты относили элементы маркетинг-микс исключительно к уровню тактических решений. Сейчас уровень принятия маркетинговых решений не позволяет делать такое ограничение. Все элементы маркетинг-микс должны также содержать стратегический уровень для обеспечения системы долговременного планирования инвестиционных программ.

Современная фирма управляет сложной системой маркетинговых коммуникаций. Она поддерживает коммуникации со своими посредниками, потребителями и различными контактными аудиториями.

Сегодня маркетинг становится основой разработки производственной стратегии, поскольку основным принципом конкурентоспособности компании является ориентация на получение прибыли через наилучшее удовлетворение потребностей потребителей, что можно сделать только с помощью маркетинговых коммуникаций с использованием концепции «маркетинг-микс».

Одним из главных правил формирования применительно к деятельности предприятия - сочетание качественных и количественных параметров выпускаемой продукции. Качественные признаки целевых установок маркетинга - это увеличение, снижение или стабилизация спроса с помощью широкого маневрирования товарным предложением, ценами, проведения рекламных мероприятий, улучшение условий поставки и сбыта и т.д. Из количественных показателей следует назвать объемы продажи, прибыли, расходы на рекламу, долю продукции предприятия на рынке, общие затраты на маркетинг и т.д.

Однако отметим, что маркетинг в наибольшей степени должен стимулировать инициативу, предприимчивость, ориентацию не на количественные, а на качественные показатели выпускаемой продукции, максимальное удовлетворение реальных потребностей потребителей.



## **РАЗВИТИЕ МОЛОДЕЖНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЕ**

Студентка гр. 11308112 Прасмыцкая А.К.

Магистр экон. наук Журкевич М.В.

Белорусский национальный технический университет

Крупная высокотехнологическая промышленность и сеть научных учреждений, унаследованных от СССР, послужила для Республики Беларусь наиболее реальным плацдармом для формирования наукоемкого бизнеса. Еще сохранились высококлассные специалисты, способные продуцировать новые научно-технические решения и создавать оригинальную наукоемкую продукцию востребованную на рынке.

Сохранившаяся технологическая база предприятий с советским научно-промышленным «заделом», а также имеющийся в стране средний и крупный бизнес способны обеспечить выпуск продукции высокого научно-технического уровня по большому спектру направлений.

Успех государственной инновационной политики во многом зависит от вовлеченности молодых ученых в инновационные разработки, состояния и уровня развития малого бизнеса. Малый бизнес вносит существенный вклад в трансформацию структуры различных секторов экономики, выступает основой формирования новых рынков.

Малый бизнес является инновационным по своей природе, однако в условиях экономики знаний это его качество усиливается, и он превращается в ключевой фактор трансформационных изменений. Во-первых, малый бизнес выступает в качестве института, который обеспечивает подвижность и динамизм экономической системе в целом, способствует быстрой коммерциализации результатов исследований и разработок, что оказывают значительное влияние на ускоренные темпы инновационного развития. Во-вторых, благодаря современным информационным технологиям, которые существенным образом меняют саму модель функционирования различных структур, обеспечивается быстрый доступ малых предприятий к новым видам деятельности, и увеличивается доля малого бизнеса на мировом рынке товаров и услуг. При этом малый бизнес способен осваивать новые ИТ-решения значительно быстрее, чем крупные корпорации. В-третьих, информационные технологии создают условия для снижения издержек производства и позволяют малым предприятиям повышать свою конкурентоспособность, повышая их мобильность быстрее, чем в других секторах экономики.

## **СИНЕРГИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ПРИ СОЗДАНИИ КЛАСТЕРА**

Студент гр. 113621 Приходько Е.В.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е.В.

Белорусский национальный технический университет

В аспекте исследования системный подход позволяет понять природу возникающего в локализованных производствах синергического эффекта, выражающегося в получении собственниками предприятий финансового результата кооперации - сверхдохода, получаемого вследствие благоприятных условий хозяйствования. Сетевое взаимодействие участников кластера, конкуренция и взаимодополняемость, межфирменная кооперация, совместное использование ресурсов, совместная работа на рынках сбыта, снижение транзакционных издержек, передача знаний и профессиональных навыков создают синергический эффект кластера, который в экономическом смысле проявляется в росте конкурентоспособности фирм. В финансовом смысле синергический эффект выражается в извлечении сверхдохода.

Синергический эффект в форме повышения конкурентоспособности и инновационности продукции служит непосредственным источником кластерного дохода. С другой стороны, возможность непропорционального распределения ответственности и конфликт интересов в том числе в области производства и в распределении выгоды от интеграции участников.

Отсюда следует, что отношения должны быть выстроены таким образом, чтобы обеспечивать согласование интересов вовлеченных частных корпоративных, государственных, муниципальных и иных стейкхолдеров. Приоритетом выступают интересы государства как инициатора кластерной политики, в связи с чем главным условием реализуемости синергического эффекта кластера выступает его соответствие, во-первых, стратегии развития государства, включая формирование конкурентной среды и инвестиционной привлекательности; во-вторых, решению приоритетных задач власти по модернизации, созданию инфраструктурного комплекса, проведению политики повышения конкурентоспособности.

## **ФИНАНСОВЫЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КЛАСТЕРА**

Студент гр. 113621 Приходько Е.В.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Создание кластера означает возникновение новой финансовой системы. Финансовая система кластера представляет собой совокупность финансовых отношений, обеспечивающих целостность промышленно-инновационного кластера на основе общей заинтересованности его участников в получении кластерного дохода. Создание финансового механизма формирования и функционирования кластера предполагает интеграцию финансов участников, крупного, среднего и малого бизнеса; финансов некоммерческих организаций, в том числе финансов научных и образовательных организаций, профессиональных ассоциаций, включенных в кластерное взаимодействие.

Основная проблема функционирования финансовой системы кластера – разделение ответственности и преодоление конфликта интересов между ключевыми стейкхолдерами. При этом приоритет кластерной политики требует соответствия финансового механизма кластера стратегическим задачам государственной власти в формировании конкурентоспособности территории и модернизации ее экономики, а доход как результат кластера требует направленности финансового механизма на формирование компетенций фирм как прямого источника инновационновысокой прибыли и взаимодействий бизнеса и науки в коммерциализации инноваций в соответствии с главным мотивом вступления фирм в кластер.

Функциональное назначение финансового механизма заключается в том, что он обеспечивает деятельность и развитие финансовой системы кластера, определенной как совокупность финансовых отношений, возникающих между хозяйствующими субъектами и образующих обособленную целостность кластера. Поскольку финансовая система имеет распределительный характер, финансовый механизм должен обеспечивать развитие отношений, возникающих в связи с формированием и функционированием кластера, распределением и перераспределением финансового результата – кластерного дохода.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В РЕСПУБЛИКУ БЕЛАРУСЬ**

Студентка гр. 113610 Савицкая Т.Ю.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Привлечение иностранных инвестиций играет огромную роль для национальной экономики. Роль их настолько велика, поскольку вложения иностранных инвесторов способны оживить экономику, передать передовой опыт, различные ноу-хау. С их помощью стимулируются производственные вложения, ускоряется развитие среднего и малого бизнеса. Еще один несомненный плюс – устраняется безработица и повышается уровень дохода у людей.

Республика Беларусь обладает как преимуществами, так и недостатками, благодаря которым привлечение иностранных инвестиций становится пока ещё невыгодным. Причины, по которым затруднено привлечение иностранных инвестиций в Республику Беларусь:

- чрезмерное вмешательство государства в экономику и низкая доля частного сектора в экономике;

- достаточно запутанное и нестабильное законодательство;

- замедленный процесс приватизации;

- неразвитая инфраструктура во многих городах;

- отсутствие членства Республики Беларусь в ВТО.

Без решения вышеназванных проблем широкое привлечение иностранных инвестиций остается весьма проблематичным, что затрудняет экономический рост страны.

Пути и меры для успешного сотрудничества с зарубежными компаниями:

- совершенствование базы законодательства;

- совершенствование процесса приватизации с указанием конкретного перечня предприятий;

- развитие всех сфер и отраслей экономики, а также инфраструктуры;

- необходимо сотрудничество с международными организациями, вхождение страны в ВТО повысило бы её привлекательность для иностранных инвесторов.

Это лишь некоторые меры для того, чтобы приток иностранных инвестиций происходил в оптимальных условиях. Целесообразно законодательству и правительству страны всеми силами содействовать вложениям из-за рубежа, только так иностранные компании смогут успешно сотрудничать с белорусскими фирмами с целью эффективного осуществления внешнеэкономической деятельности.

## **ОБМЕН КАДРАМИ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Студентка гр. 113621 Сафронова О.В.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

В современной международной практике обмен кадрами занимает особое место. Механизм предусмотрен следующий: сотрудник, отправленный в отпуск на одном предприятии, принимается на другое на временную работу по совместительству, по договору оказания услуг или договору подряда. Таким образом, сотрудники предприятий, опущенные в отпуска, смогут найти работу по специальности, а работодатели — использовать квалифицированных специалистов. Важное преимущество обмена кадрами можно проследить в ситуации, когда фирма выполняет проект в другом регионе. Сотрудники не могут уехать на несколько месяцев и оставить текущую работу, поэтому фирма может нанять новых сотрудников на время выполнения работ из числа персонала фирмы-партнера, находящихся в отпуске или занятых неполный рабочий день.

Среди недостатков обмена кадрами стоит отметить нежелание работодателей позаботиться о временном трудоустройстве сотрудников, что может повлечь за собой их уход в случае лучших предлагаемых условий труда. Спорным моментом является оплата труда. Одна фирма готова предложить достойную оплату, чтобы привлечь «временных сотрудников», а другая придерживается политики, что даже небольшая оплата труда станет лучшей альтернативой для специалиста, не зарабатывающего во время отпуска. Кроме того, некоторые предприятия неохотно идут на наем временных работников, поскольку это накладывает на них определенные обязательства — по оформлению, предоставлению должных условий труда и временного места жительства, если речь идет о работе в другом городе.

Для Республики Беларусь обмен кадрами все еще редкое явление, но имеет большие перспективы в связи с широким развитием малого бизнеса. Молодым компаниям сложно найти высококвалифицированный персонал с первых дней существования фирмы, поэтому лучшим решением будет воспользоваться услугами временно свободных специалистов.

## **ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАКАЗ НА БИЗНЕС-ИНКУБИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОДДЕРЖКИ МАЛОГО ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА**

Студентка гр. 113621 Сафронова О.В.

Ассистент Гмырак В.Н.

Белорусский национальный технический университет

В технологически развитых странах создана и успешно функционирует комплексная система поддержки «инновационного» предпринимательства, где ключевую роль занимают субъекты инновационной инфраструктуры. В качестве одного из инструментов такой системы в Республике Беларусь Министерством экономики предлагается государственный заказ за счет бюджетных средств на бизнес-инкубирование субъектов малого инновационного предпринимательства (далее – СМП) инкубаторами малого предпринимательства (ИМП) и научно-технологическими парками (НТП) (далее – исполнители государственного заказа), который будет осуществляться следующим образом:

- Минэкономики будет доводить годовые задания регионам и г. Минску по созданию и развитию малых инновационных предприятий с учетом возможностей потенциальных исполнителей государственного заказа, определенных государственным заказчиком;

- облисполкомы (Мингорисполком) определяют норматив расходов на бизнес-инкубирование 1-го СМП и заключают договора с технопарками и инкубаторами малого предпринимательства;

- исполнители государственного заказа предоставляют СМП пакет услуг, который предусматривает услуги аренды, разработку бизнес-плана, юридические, бухгалтерские, лицензионно-патентные услуги, услуги по управлению проектом, офисно-информационные и др.;

Предлагаемый алгоритм позволит государству непосредственным образом влиять на развитие высокотехнологичных видов экономической деятельности на конкретных административных территориях, что объективно будет способствовать повышению конкурентоспособности региональных экономик и наращиванию экспортного потенциала страны.

Представляется, что для начинающих СМП процесс инкубирования может существенно помочь совместить владение высокими технологиями и научную компетентность с задачами ведения бизнеса.

Кроме того, предлагаемый подход позволит обеспечить развитие ИМП и НТП, существенно укрепит их финансовую базу и кадровый потенциал, что, в свою очередь, позволит стать ИМП и НТП реальными площадками для развития инновационного предпринимательства в регионах.

## **БЕЛОРУССКАЯ МОДЕЛЬ ЗЕМЕЛЬНОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ**

Студентка гр. 12 МДНД Свирид О.Д.

Канд. экон. наук, доцент Мещерякова Е.В.

Белорусский государственный технологический университет

Процветающие государства придерживаются политики постоянного усовершенствования моделей земельного администрирования [1]. На сегодняшний день в Беларуси земельное администрирование представлено: единым государственным регистром недвижимости, прав на него и сделок с ним. В нем содержится информация о более 6 миллионах объектов; организациями по государственной регистрации. По состоянию на 2014 год их восемь; информацией в 125 базах, что включает в себя 236 серверов, которые обслуживают 103 человека; архивами документов. Эффективность модели земельного администрирования в той или иной степени можно оценить через сводный рейтинг стран, составляемый ежегодно Всемирным банком. Наивысший рейтинг присваивается тем странам, правительствам которых удалось создать систему регулирования, способствующую установлению рыночных отношений и защите важных государственных интересов, однако не создающую при этом неоправданных препятствий для развития частного сектора. На данный момент по показателям DoingBusiness 2014 Беларусь занимает 3 место в рейтинге 50 стран, наиболее сокративших удаленность от «передового рубежа» за период с 2005 года. Это является очень хорошим показателем, для его достижения за 8 лет были проведены 29 реформ по упрощению процедур, связанных с получением разрешения на строительство, регистрацией собственности, защитой прав инвесторов и пр. В общем рейтинге Беларусь занимает 63 место из 189. Для достижения более высоких показателей на период до 2018 года были выделены следующие перспективы для развития модели земельного администрирования в Беларуси: ISO 19152 Land administration domain model; INSPIRE DIRECTIVE; организация информационного взаимодействия государственных ресурсов; создание общедоступной кадастровой карты; создание системы цифровых архивов; обеспечение экстерриториальной государственной регистрации, сокращение времени регистрации до 1 часа; массовый кадастровый учет объектов недвижимости; повышение автоматизации системы.

### **Литература**

1. Социальные и экономические выгоды от рационального управления земельными ресурсами / ЕЭК ООН // HMLandRegistry. – 2005. – С. 1-5.

## **БЕНЧМАРКИНГ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕСОМ**

Студент гр.113611 Соломко М.В.

Канд. экон. наук, доцент Мелюшин П.В.

Белорусский национальный технический университет

Важнейшей задачей внутрифирменной управленческой системы предприятия в рыночной экономике является повышение его социально-экономической и финансовой эффективности, предполагающее разработку специфического набора показателей, который раскрывал бы различные аспекты производственно-хозяйственной деятельности и перспективы. Такого рода всеобъемлющий сопоставительный анализ эффективности предприятий с целью повышения конкурентоспособности по отношению к эталонным компаниям, основанный на наборе взаимосвязанных показателей, принято называть «бенчмаркингом».

В качестве деловой практики бенчмаркинг стал использоваться в 1980-е годы и постепенно был принят компаниями во всем мире. В общих чертах бенчмаркинг – это системный метод выявления наиболее высоких стандартов продукции, услуг и процессов с помощью сопоставления такой продукции, услуг и процессов в различных компаниях. Более того, важнейшей частью бенчмаркинга является использование полученной информации в качестве руководства к действию или, другими словами, для внедрения изменений и улучшения положения с целью достижения тех наиболее высоких стандартов, которые обычно называют передовыми методами работы.

В центре внимания бенчмаркетинга находятся такие вопросы, как:

- понимание того, какая фирма находится на вершине конкуренции?
- почему наша фирма, наш маркетинг не является лучшим?
- что должно быть изменено или сохранено на предприятии, чтобы стать лучшим?
- как внедрить соответствующую стратегию, чтобы стать лучшим из лучших?

Таким образом, польза бенчмаркинга состоит в том, что производственные и маркетинговые функции становятся наиболее управляемыми, когда исследуются и внедряются на своем предприятии лучшие методы и технологии других, не собственных предприятий или отраслей. Это может приводить к прибыльному предпринимательству с высокой экономичностью, созданию полезной конкуренции и удовлетворению потребностей покупателей.



**ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РАЗВИТИЯ РЫНКА  
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ  
БЕЛАРУСЬ**

Студентка гр.113619 Степаненко В.И.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

По своему экономическому потенциалу биотехнологии в мире занимает второе место после информационных технологий. Основные экономические перспективы биотехнологий связываются с сельским хозяйством, животноводством, микробиологической промышленностью, пищевой промышленностью, здравоохранением, производством лекарственных препаратов и вакцин. Вместе с тем возможно применение новых биотехнологических разработок в добывающей и обрабатывающей промышленности, химии, при производстве новых материалов, в энергетике, сфере информационных технологий, а также в целях сохранения окружающей среды и восстановления лесных угодий. Активно развивается рынок биотехнологической продукции США, который превышает аналогичный рынок в странах Европы по объемам продаж и доходов почти в 10 раз, по масштабам НИОКР в 3 раза и по капитализации рынка в 12 раз. В нашей стране также прилагают значительные усилия по развитию биотехнологии. Так, была принята Государственная программа «Инновационные биотехнологии» на 2010-2012 годы и на период до 2015 года, основной целью которой является создание в Республике Беларусь биотехнологического сектора экономики, соответствующего современному мировому уровню, а также его правовое, научное и кадровое обеспечение. Финансирование мероприятий Государственной программы осуществляется за счет средств республиканского бюджета. Общие затраты на реализацию Государственной программы из всех источников финансирования составляют 402524,2 млн. рублей. Быстрота развития биотехнологии обусловлена ее способностью помочь в решении множества проблем, с которыми в настоящее время сталкивается общество, в том числе и экономических. В число таких задач входят излечение тяжелых заболеваний, повышение эффективности и безопасности сельскохозяйственного производства, очистка окружающей среды от загрязнений, сохранение биологического разнообразия и многое другое.

## СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ

Студентка гр.113081-12 Терешко И.М.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Мотивация сотрудников является одним из самых главных вопросов руководителей и менеджеров по персоналу уважающих себя компаний. Мотивация подразумевает создание условий, когда у человека пробуждаются его собственные мотивы. Назначение системы мотивации: 1) побудить сотрудников работать на результат; 2) реализовать стратегию роста компании; 3) дать возможность более эффективным сотрудникам зарабатывать больше; 4) повысить эффективность компании за счет эффективности работы сотрудников; 5) создать прозрачную объективную систему оценки каждого сотрудника.

Принципы системы мотивации: 1) размер вознаграждения работника должен определяться на основе объективной оценки результатов его труда; 2) предсказуемость/управляемость - работник должен знать, какое вознаграждение он получит в зависимости от результатов своего труда; 3) адекватность - вознаграждение должно быть адекватно трудовому вкладу каждого работника в результат деятельности всего коллектива, его опыту и уровню квалификации; 4) вознаграждение должно следовать за достижением результата как можно быстрее (если не в форме прямого вознаграждения, то хотя бы в виде учета для последующего вознаграждения); 5) вознаграждение должно быть для сотрудника значимым.

Справедливость и прозрачность – правила определения вознаграждения – должны быть понятны каждому сотруднику организации и быть справедливыми, в том числе с его точки зрения.

Критерии выбора показателей для включения в систему мотивации должны учитывать 1) будут ли разработанные показатели мотивировать сотрудников на поведение, желаемое для организации; 2) какой вклад вносят сотрудники в повышение эффективности компании/подразделения; 3) как оценивается качество работы потребителями результатов (каковы основные претензии); 4) как эффективные сотрудники смогут заработать больше.

Вознаграждать следует тех работников, которые:

1. Берут на себя ответственность за конечный результат;
2. Самостоятельно решают проблемы в рамках зоны их компетенции;
3. Творчески подходят к решению поставленных перед ними задач;
4. Интересы компании ставят выше личных интересов;
5. Инициатируют совершенствование деятельности компании.

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕНЕДЖМЕНТА И МАРКЕТИНГА**

Студентка группы 113061-12 Тетердынко А.Н.

Ст. преп. Минько М.В.

Белорусский национальный технический университет

Часто мы задаемся вопросом: в чем разница между такими понятиями, как менеджмент и маркетинг? Если прочитать их определения, то разница очевидна. Менеджмент – это процесс создания социально-экономических систем, а также их администрирование. Это набор управленческих подходов, благодаря которым предприятие живёт, развивается и эволюционирует. А маркетинг – это процесс реализации товаров от производителя до потребителя. Он включает в себя анализ рынка, предпочтений покупателя, текущей макроэкономической ситуации. Так же можно привести несколько сравнений менеджмента и маркетинга:

Менеджмент определяет миссию компании и её место на рынке в долгосрочной перспективе. Маркетинговые схемы создаются для реализации конкретного проекта и могут сворачиваться после его реализации. Менеджмент является национальным: к примеру, американская, японская и русская парадигма управления в корне различаются между собой. Маркетинг же – абсолютно интернационален, схемы продвижения продукции универсальны, различаются лишь механизмы продаж, «красные флажки», за которые нельзя заступать маркетологу.

Но всё же, почему мы часто видим эти понятия вместе? В чем их сходства? В чем их взаимосвязь? Несмотря на то, что у них совершенно разные функции и цели, и задачи, менеджмент и маркетинг настолько связаны друг с другом, что даже трудно представить их работу по отдельности. Главный принцип маркетинга – ориентация на потребителя и его потребности, их формирование и максимальное удовлетворение. Реализация этого принципа во всех сферах производственно-хозяйственной деятельности осуществляется через менеджмент, основные функции которого: целеполагание, планирование, организация, мотивация и контроль. При исследовании организации как целостной социально-экономической системы соотношение маркетинга и менеджмента рассматривается как часть целого. В то же время маркетинг может быть системой управления самостоятельной функциональной организацией. Поэтому в настоящее время маркетинговая концепция в большей степени используется крупными компаниями, а также производителями товаров широкого потребления. В организациях формируют отделы маркетинга или вводят должность менеджера по маркетингу; составляют планы маркетинга и выполняют отдельные виды исследований. Однако в организациях еще не всегда согласуют задачи маркетинговых служб с целями менеджмента.

## **КОУЧИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ВЛИЯНИЯ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ**

Студентка гр. 113621 Тюшкевич Ю.И.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в сфере управления используются различные способы и подходы. И одним из самых новых, объединяющих в себе различные методики и техники, дающим новые возможности, признан коучинг как важный инструмент влияния на результаты деятельности отдельных людей и организации в целом.

Коучинг подразумевает мотивацию и тренировку личности для приобретения новых навыков и качеств. На практике представляет собой синтез методик индивидуального психологического консультирования, социально-психологического тренинга и традиционного наставничества опытных специалистов над молодыми. Задача коучера - подтолкнуть человека к самостоятельным действиям, помочь своему клиенту самостоятельно добиться определенных результатов.

Существуют следующие виды коучинга: 1) внешний коучинг персонала - организации приглашают коуч-тренера «со стороны» для работы со своим персоналом. 2) внутренний коучинг персонала - специфический стиль менеджмента — особым образом организованный процесс общения руководителя со своими подчиненными. Управление сотрудниками строится таким образом, что они действуют фактически самостоятельно, оставаясь при этом под наблюдением коуч-менеджера.

Стоит отметить, что коучинг используется не только в бизнес-консультировании. Активно развивается такое направление как личностный коучинг, ставящий своей целью совершенствование человека как личности, а не просто как специалиста-менеджера.

Современное управление в стиле коучинга – это взгляд на сотрудников как на огромный дополнительный ресурс предприятия. Где каждый сотрудник является уникальной творческой личностью, способной самостоятельно решать многие задачи, проявлять инициативу, делать выбор, брать на себя ответственность и принимать решения.

## СОВРЕМЕННЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТИМБИЛДИНГА

Студентка гр.113081-12 Уляй О.В.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Командообразование, или тимбилдинг (Team building – построение команды) – термин, обычно используемый в контексте бизнеса и применяемый к широкому диапазону действий для создания и повышения эффективности работы команды.

Составляющие процесса командообразования:

1. Формирование и развитие навыков командной работы, которые являются основой системы внедрения командного менеджмента. Сюда можно отнести следующие навыки: а) гармонизация общей цели с целями персональными; б) принятие ответственности за результат команды; в) ситуационное лидерство (лидерство под задачу) и гибкое изменение стиля в соответствии с особенностями задачи; г) конструктивное взаимодействие и самоуправление; д) принятие единого командного решения и согласование его с членами команды.

2. Формирование командного духа, то есть совокупности психологических феноменов, характеризующих неформальные отношения сотрудников к коллегам и организации. Развитие командного духа, по сути, представляет собой комплекс мер, направленных на: а) усиление чувства сплоченности, формирование устойчивого чувства «мы»; б) развитие доверия между сотрудниками, понимание и принятие индивидуальных особенностей друг друга, в) создание мотивации на совместную деятельность; г) создание опыта высокоэффективных совместных действий; д) повышение неформального авторитета руководителей; е) развитие лояльности участников программы по отношению к организации.

3. Формирование команды – механические действия, по подбору, оптимизации структуры команды и функционально-ролевого распределения: а) эффективное использование сильных сторон состава Команды; б) распределение ролей в команде для оптимального достижения результатов; в) формирование новой структуры при слиянии, поглощении, реструктуризации предприятия; г) создание рабочей обстановки при формировании проектных команд; д) налаживание горизонтальных связей внутри коллектива, региональных подразделений.

## **УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ**

Студент гр. 113611 Филипп К.Д.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях старые методы управления всё менее эффективны. Управление - это двигатель компании, при правильно построенном управлении можно добиться от своих сотрудников наибольшей производительности. Важным является со стороны руководства умение донести сотруднику его важность в организации.

Успех деятельности любой организации создаётся усилиями работников, которые там работают. Важным является осознание того, что их целью является удовлетворения потребностей потребителей. При этом стратегия управления персоналом должна быть четко определена для создания конкурентоспособного трудового потенциала с учетом изменений во внутренней и внешней среде.

Для достижения максимальных результатов в условиях рыночной экономики персонал должен обладать высокой квалификацией, независимо от вида деятельности организации. От организации в свою очередь требуются условия для осуществления трудовой деятельности, а также для самореализации сотрудников. Это связано с формированием и развитием рыночных отношений, в которых роль человеческих ресурсов занимает высокое место. Возникает новое отношение к труду – творческое, на сегодняшний день с уверенностью можно сказать о том, что креативность, способность находить совершенно новые подходы, идеи, является востребованным качеством на рынке труда. Творческое отношение может стать важнейшим фактором в развитии компании. Руководство такого персонала должно всячески поддерживать новые идеи и помогать им развиваться путём вознаграждения и поощрения.

Можно сделать вывод о том, что в современных условиях управления персоналом должно быть построено так, чтобы обеспечивать высокий приоритет развития лидерства на ключевых должностях. Все сотрудники должны принимать участие в обеспечении высокой производительности, подкрепленной инновациями с их стороны и, как следствие, участвовать в каких-либо этапах развития производства или деятельности организации.

## **ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студент гр. 113611 Филипп К.Д.

Ст. преп. Серченя Т.И.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы в Республики Беларусь особое внимание уделяется развитию инновационных процессов. В мировой практике наиболее перспективной формой их развития являются инновационно-промышленные кластеры. Участники инновационно-промышленного кластера обеспечивают и осуществляют инновационную деятельность, направленную на разработку и производство инновационной и высокотехнологичной продукции. Кластер может стать наиболее успешным проектом развития инноваций, способствующим повышению уровня конкурентоспособности национальной экономики. В Республике Беларусь разработана концепция формирования и развития инновационно-промышленных кластеров. Однако существует ряд преимуществ и ряд недостатков в развитии данного подхода на территории Республики Беларусь.

Преимуществами создания кластеров являются: увеличение конкурентоспособности, как внутри кластера, так и за его пределами; высокая степень инновационности, связанная с кооперацией и с международным разделением труда; повышение квалификации работников, за счет предоставления обучения и ознакомления с опытом участников; увеличение экспорта конкурентных товаров и услуг, освоение новых рыночных ниш.

Недостатками развития кластеров являются: отсутствие нормативно-правовой базы, регламентирующей кластерные отношения, а также содержащей ряд основных вопросов, связанных с инвестированием и распределением прибыли; низкий уровень квалификации специалистов в области создания и функционирования кластеров (данная проблема связана с отсутствием учреждений подготавливающих специалистов в этой сфере); уменьшения конкурентоспособности коммерческих организаций, не входящих в кластер.

На мой взгляд, для устранения недостатков необходимо провести определенные мероприятия со стороны государства. В первую очередь разработать соответствующую нормативно-правовую базу. Другим важным направлением является создание системы государственной поддержки кластерных проектов, через такие механизмы как предоставление налоговых льгот или субсидирование.

## **УПРАВЛЕНИЕ ВАЛЮТНЫМИ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Студент гр. 113610 Черепко И.И.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Резкие колебания валютных курсов существенно осложняют планирование будущих доходов и расходов предприятия, отрицательно сказываются на активах и прибылях, снижают его конкурентоспособность. Потери материальных средств, связанные с валютными рисками особенно актуальны для Республики Беларусь, так как основными поставщиками сырья, комплектующих, энергоресурсов являются иностранные государства.

Умелое управление валютными рисками предприятия и сведение их к минимуму, позволит предприятию уменьшить потери, связанные с колебаниями валютных курсов, а так же быть уверенным, что при резком изменении ситуации на валютном рынке его финансовое положение резко не ухудшится.

Анализируя механизмы минимизации валютных рисков, хотелось бы рассмотреть такой метод как, валютная оговорка. Суть данного метода заключается в том, что валюта, в которой производится платеж по контракту, увязывается с более устойчивой валютой, а сумма платежа ставится в зависимость от изменения курса этой более устойчивой валюты. Степень гарантии от потерь зависит от обоснованного и прогнозируемого выбора «валюты привязки», от того, правильно ли предсказали тенденцию в изменении курса этой валюты. Особенно эффективным этот механизм является тогда, когда расчеты с поставщиком происходят несколькими траншами. В качестве защитных мер от валютных потерь можно также использовать и срочные сделки, и валютное хеджирование. Хеджирование валютного риска - это защита средств от неблагоприятного движения валютных курсов, которая заключается в фиксации текущей стоимости этих средств посредством заключения сделок на валютном рынке.

В условиях, когда экономическая ситуация в мире не стабильна и наблюдаются резкие колебания валютных курсов, знание и умелое использование механизмов по минимизации валютных рисков поможет предприятию застраховать себя от будущих финансовых потерь.



## **НЕОБХОДИМОСТЬ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ КОНКУРЕНЦИИ**

Студент гр. 11308112 Чернов Д.С.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

На современном этапе развития рыночной экономики обеспечение стабильной работы предприятий по выпуску конкурентоспособной продукции является задачей первостепенной важности. Однако важно не только произвести, но и реализовать продукцию, а также обеспечить послепродажный сервис. Современный этап развития нашей страны отличается динамизмом и качественными изменениями во всех сферах жизни. В период перехода народного хозяйства страны к социально-ориентированной рыночной экономике, когда многие производственные предприятия стали независимыми, нормальное их функционирование в подобных экономических условиях практически невозможно без хорошо организованной комплексной маркетинговой деятельности.

В современных условиях в качестве основных средств, способствующих реализации продукции выступают маркетинг и реклама, которые представляют собой основные ключи к успеху в достижении эффективности деятельности любого предприятия. Современный рынок в области приборостроения все более и более насыщается конкурентоспособными товарами. Поэтому проблема продвижения товаров на предприятиях в данной области является как никогда актуальной, а новейшие приемы, способствующие сбыту продукции, приобретают особую ценность.

Сущность маркетинга заключается в ориентации деятельности предприятий на успешное решение рыночных задач. Основной задачей маркетинга является производство только того, что может быть продано на рынке, того, что позволит удовлетворить запросы потребителей. В условиях постоянно меняющихся запросов покупателей и конкурентного окружения выживание предприятий напрямую зависит от того, насколько успешно они разрабатывают, внедряют и продвигают на рынок новые товары. Однако и после того, как новый товар окажется на рынке, он не может быть предоставлен сам себе. Необходимо применять к нему правильные маркетинговые стратегии по мере того, как он проходит стадии своего жизненного цикла: рождение, внедрение, рост, зрелость и постепенное вытеснение с рынка товарами, лучше удовлетворяющими потребительские нужды. Необходимо создать товар с нужными потребительскими свойствами, посредством оптимальной цены донести до потребителя идею ценности товара. Следует продвигать товар таким образом, чтобы он оказался широкодоступным и хорошо представленным потребителям.

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА

Студентка 11308112 Шарапо Ю.А.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Любая организация, компания или фирма периодически испытывает потребность в подборе новых сотрудников. Методы подбора персонала в каждом случае индивидуальны, поэтому трудно определить, какие из них являются современными, а какие - устаревшими. Решение остается за специалистами HR-службы, но, чтобы оно было верным и обоснованным, необходимо владеть всем набором приемов и инструментов, позволяющих подобрать высокопрофессиональных сотрудников.

Существует несколько методов подбора персонала:

1. Рекрутинг - поиск и подбор персонала среднего и низшего звена. Как правило, проводится среди кандидатов, находящихся в поиске места работы.

2. Exclusive search (эксклюзивный поиск, прямой) - целенаправленный поиск персонала (топ-менеджеров и редких специалистов) как среди свободных кандидатов, так и среди работающих.

3. Head hunting - разновидность поиска для переманивания кандидата в компанию. Это сложная работа, которая необходима, как правило, при поиске руководителей высшего звена, а также ключевых и редких сотрудников - как по специальности, так и по уровню профессионализма. Это процедура длительная (средний срок - до полугода), дорогостоящая и ответственная.

4. Preliminaring (прелиминаринг) - привлечение к работе посредством производственной практики и стажировки перспективных молодых специалистов (студентов и выпускников вузов), которые станут залогом успеха компании в будущем.

При выборе метода поиска будущего сотрудника необходимо исходить из должности, из положения дел в компании, из срочности вакансии и ситуации на рынке труда. В настоящее время следует уделять больше внимания прелиминарингу как наиболее перспективному методу формирования трудового коллектива. С точки зрения общей организации управления персоналом в компании он является весьма трудоемким, т. к. мы получаем не готового специалиста со сложившимся опытом и навыками, а новичка, которого необходимо обучать и контролировать. Но если в организации качественно выстроена система адаптации и обучения, прелиминаринг - это хороший способ подыскать лояльных молодых сотрудников, которые обновят устоявшийся коллектив.

## **СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ КАК ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ БЕЛОРУССКОЙ ПРОДУКЦИИ**

Студентка гр.113610 Шевченко К.С.

Ст. преп. Серченя Т.И.

Белорусский национальный технический университет

По итогам 2013 года объем промышленного производства в стране сократился на 4,8%, товарный экспорт – почти на 9 млрд. долл. в сравнении с 2012 годом. Рост ВВП в 2013 году составил лишь 0,9%. Основной вклад в рост валовой добавленной стоимости по видам экономической деятельности обеспечили организации розничной торговли и строительства при отрицательном вкладе предприятий промышленности. Большие проблемы отечественных промышленных предприятий связаны со сбытом продукции. В качестве одной из причин сложившейся ситуации называется вступление России в ВТО, что привело к усилению конкуренции и вытеснению белорусских производителей с традиционного для них российского рынка.

Как известно, основные параметры конкурентоспособности продукции – ее цена и качество. К сожалению, отечественные предприятия, в том числе брендовые, сегодня значительно уступают своим конкурентам как по качеству, так и по ценовому фактору. Поэтому одним из источников повышения конкурентоспособности отечественной продукции на данном этапе экономического развития является выявление резервов по снижению себестоимости выпускаемой продукции. Устранение всякого рода потерь и нерациональных затрат - это один путь использования резервов. Другой путь связан с большими возможностями ускорения научно-технического прогресса как главного рычага повышения эффективности производства.

В общем виде экономию, обуславливающую фактическое снижение себестоимости, можно рассчитывать по следующему составу факторов: 1) повышение технического уровня производства; 2) совершенствование организации производства и труда, выражающееся в изменении форм и методов труда при развитии специализации производства; 3) изменение объема и структуры продукции, которые могут привести к относительному уменьшению условно-постоянных расходов; 4) улучшение использования природных ресурсов.

Данные факторы и резервы снижения себестоимости могут суммироваться и определять влияние всех факторов на снижение общей величины затрат на единицу продукции.

## ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ УСЛУГИ И УСЛОВИЯ ИХ РАЗВИТИЯ

Аспирант Шелег Е.Н.

Д-р экон. наук, профессор Шелег Н.С.

Белорусский государственный экономический университет

Глобализация экономической жизни и растущая роль технологических инноваций повысили роль коммуникационных услуг как одного из ключевых факторов обеспечения конкурентоспособности в современной экономике. С учетом действующей в инфокоммуникационном секторе системы управления и регулирования, состояния и динамика рыночной среды во многом определяется *государством*, роль которого следует рассматривать в нескольких аспектах. С одной стороны, государственные органы являются потребителями этих услуг и субъектами формирования совокупного спроса. С другой стороны, государство является непосредственным собственником значительного числа объектов связи и держателем пакетов акций. В связи с этим соответствующие органы проводят государственную политику в области технического, экономического, инвестиционного развития с целью получения максимального эффекта от производственной и коммерческой деятельности. Также государственные структуры на всех уровнях управления призваны создавать условия для всемерного развития социально-производственной инфраструктуры, включая связь, с целью обеспечения возможности реализации конституционного права доступа к информации всем категориям пользователей.

В мировой практике существенным результатом государственного воздействия на рынок телекоммуникаций через механизмы лицензирования и антимонопольного регулирования является создание в телекоммуникационном секторе конкурентной среды. Бурное развитие конкуренции обусловило устойчивую тенденцию перераспределения рыночных долей между традиционными и новыми операторами. Что касается отраслевых сегментов рынка, то доминирующее положение традиционных операторов пока сохраняется при оказании услуг почтовой связи, междугородной и местной телефонной связи, а также проводного вещания. Новые операторы превалируют в сегментах, связанных с предложением инновационных услуг, имеющих высокий потребительский спрос. Наиболее перспективным и динамичным является сегмент Интернет, число пользователей которого ежегодно увеличивается на 25 - 30 процентов. Это актуализирует проблему подготовки операторами своих сетей для обработки и пропуска трафика, который порождается информационными услугами. В первую очередь, речь идет о внедрении технологий, обеспечивающих широкую полосу пропускания в транспортной сети, а также применение иной, чем коммутация каналов, технологии распределения информации.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Студент гр. 113619 Шкред Д.Д.<sup>1</sup>

Аспирант кафедры «Маркетинг» Тришина С.Л.<sup>2</sup>

Ст. преп. Третьякова Е.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup> Белорусский государственный экономический университет

Маркетинг является одной из самых важных разновидностей экономической и общественной деятельности. Цель маркетинга – повышение качества товаров и услуг, улучшение условий их приобретения. Создание разветвленной системы маркетинга на предприятии позволяет решить множество проблем именно силами предприятия.

В условиях усиления конкурентной борьбы на современных рынках все больше предприятий обращает самое пристальное внимание на различные методы маркетинговых исследований, в том числе и рекламы с целью минимизации затрат на поиск эффективных стратегий, позволяющих прочно удерживать рыночные позиции и наращивать объем сбыта, сохраняя существующих потребителей и привлекая новых.

Главной целью маркетинговой деятельности является обеспечение коммерческого успеха компании (предприятия, фирмы) и ее продуктов на рынке, что чаще всего достигается через увеличение объемов продаж. Маркетинговая деятельность – это деятельность по решению подразделением маркетинга стоящих перед ним практических задач на предприятии. Эффективное управление маркетинговой деятельностью способствует укреплению позиций на конкретных рынках, противостоянию ожесточенной конкуренции и достижению высоких и устойчивых прибылей. В современных условиях хозяйствования, в системе рыночных отношений ни одно предприятие не может нормально функционировать без маркетинговой службы.

Основными мероприятиями по совершенствованию маркетинговой деятельности могут стать: поиск возможного расширения рынка сбыта, пересмотр организационной структуры предприятия; изменение кадровой политики предприятия; изменение принципов планирования, предложения по совершенствованию инструментария изучения спроса, организация рекламной деятельности.

Таким образом, совершенствование маркетинговой деятельности заключается в ориентации бизнеса на успешное решение рыночных задач. Маркетинг стимулирует инициативу, предприимчивость, максимальное удовлетворение реальных потребностей потребителей.

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ 1. ИНФОРМАЦИОННО – ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Андреев А.А.</i> МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ.....	3
<i>Батура А.М.</i> ПРОГРАММА ПОСТРОЕНИЯ ПИРАМИДЫ ИЗ N ЧИСЛА ТРУБ .....	4
<i>Безгачев С.Е.</i> МЕТОДЫ УМЕНЬШЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО - ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ (ТИИС) .....	5
<i>Волчанин С.В.</i> АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ КЛЮЧА ШИФРОВАНИЯ В SIM-КАРТЕ .....	6
<i>Вяленкова Е.М.</i> ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ НОТАРИАЛЬНОЙ КОНТОРЫ .....	7
<i>Грак Д.А.</i> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДСВЕТКИ ОРАНЖЕЙ .....	9
<i>Григорьев Д.А.</i> ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТРЕНАЖЕРА ПЛОВЦОВ .....	10
<i>Гудзенко А.Ю.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТИИС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ .....	11
<i>Дашкевич К.Н.</i> СИСТЕМА ОХРАНЫ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ С РАЗРАБОТКОЙ СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ...	12
<i>Демидкин С.А.</i> ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ .....	13
<i>Демьяненко Т.В.</i> ПОГРЕШНОСТИ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА ПРИ ВИБРАЦИИ ОСНОВАНИЯ .....	14
<i>Довгер Д.Ю.</i> УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ .....	15
<i>Дубаневич А.В.</i> ЗОНДОВАЯ ЭЛЕКТРОМЕТРИЯ НА ОСНОВЕ ИОНИЗАЦИОННОГО МЕТОДА ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	16

<i>Дубаневич А.В.</i> ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИОНИЗАЦИОННОГО МЕТОДА .....	17
<i>Евдокименко С.Н.</i> АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ДРЕЙФЫ БИСО НА ОСНОВЕ ВЕКТОРНЫХ ФОРМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПОВОРОТА...	18
<i>Евстратенко И.Г.</i> АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ УЛЬТРАЗВУКА.....	19
<i>Елисеев А.Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМНОВОГО ШУМА КАМЕРЫ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ .....	20
<i>Жаворонков Д.В.</i> МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ КАРТЫ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВАНИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ КООРДИНАТ .....	21
<i>Журавлевич Л.Н.</i> СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ И ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ДВУХЭТАЖНОГО ТОРГОВОГО ЦЕНТРА .....	22
<i>Зайко О.А.</i> БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ КОНЬКОБЕЖЦЕВ .....	23
<i>Звездов В.А.</i> УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ШАГОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ОБМОТОК ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	24
<i>Казачёнок Д.В.</i> СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ.....	25
<i>Капица М.С.</i> ОЦЕНКА МЕТОДИК ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КАЛИБРОВКИ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ...	26
<i>Кедо А.В.</i> СЕНСОРНЫЙ РЕГУЛЯТОР ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ.....	27
<i>Ковтун Г.М., Топиха Д.М.</i> БЕСПРОВОДНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТΟΣКОП НА БАЗЕ LINUX .....	28
<i>Короленко Ф.В.</i> СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ, ОПОВЕЩЕНИЯ О ПОЖАРЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЭВАКУАЦИЕЙ САЛОНА КРАСОТЫ .....	29
<i>Косяк М.Р.</i> ПРИМЕНЕНИЕ КВАТЕРНИОНОВ ПРИ СКАЛЯРНОЙ КАЛИБРОВКЕ БИНС ВОЗДЕЙСТВИЙ.....	30

<i>Кравченко М.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ДЛЯ АНАЛИЗА УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ СЕРДЦА.....	31
<i>Кужелев С.Л.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЬЕЗОРЕЗОНАНСНЫХ МЕХАНОТРОНОВ В ИЗМЕРЕНИЯХ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА.....	32
<i>Кутя В.Н.</i> ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ВЯЗКОСТИ И ПЛОТНОСТИ ЭМУЛЬСИЙ.....	33
<i>Лакоза С.Л.</i> МИКРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ ЧЕЛОВЕКА.....	34
<i>Лапицкая В.А.</i> АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В СТАЛИ 17ГС МЕТОДОМ ЭФФЕКТА БАРКГАУЗЕНА.....	35
<i>Лапицкая В.А.</i> ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦА ИЗ СТАЛИ 17ГС ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ.....	36
<i>Лаишта Р.В.</i> ФРАКТАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫХ СИГНАЛОВ ПРИ КОНТАКТНОМ ТОЧЕЧНОМ СВАРИВАНИИ.....	38
<i>Ли В.В.</i> СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ И ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ КИНОВИДЕОПРОКАТА.....	39
<i>Литош А.М., Гайдай В., Шеколян А.</i> КАЛИБРОВКА МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА.....	40
<i>Маркин М.А.</i> ДИАПАЗОН ЛИНЕЙНОСТИ БИСПЕКТРАЛЬНОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ПИРОМЕТРА.....	41
<i>Мисюченко Д.М.</i> ТЕРМОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	42
<i>Мищеряков В.Ю.</i> МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ГАЗА.....	43
<i>Можейко М.А.</i> ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ГРАВИТАЦИОННОГО ГРАДИЕНТОМЕТРА.....	44



<i>Момот А.С.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТЕРМОГРАММ.....	45
<i>Мухлисуллина Р.А.</i> МОДЕЛЬ ОПИСАНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПРИ ЗАЛПОВОМ ВЫБРОСЕ НЕКОЛЬКИХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ.....	46
<i>Никитин А.С.</i> ОСОБЕННОСТИ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ	47
<i>Никонова Н.А., Егоров М.А.</i> К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ, ИЗДЕЛИЙ БУРОВОЙ ТЕХНИКИ.....	48
<i>Олефир Д.Г., Прохорович С.С.</i> ПРОТОТИП МОБИЛЬНОГО СЕРВИСНОГО РОБОТА.....	52
<i>Олефир Д.Г., Прохорович С.С.</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ.....	53
<i>Остапенко Б. В., Батура А.М.</i> ПРОГРАММА-ТЕСТ ДЛЯ ДОПУСКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	54
<i>Остапенко Б.В., Сенченко И.В.</i> СВЕТОДИОДНЫЙ УПРАВЛЯЕМЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬ.....	55
<i>Остапенко Б.В.</i> КОНТРОЛЬ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ КОЛЬЦЕВЫХ ЛАЗЕРОВ В НАВИГАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВАХ	56
<i>Петровская Т.В.</i> УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА.....	57
<i>Писанецкий М.О.</i> МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ТЕНЗОРЕЗИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СИЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ.....	58
<i>Римар Т.И.</i> ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УСИЛЕНИЕ И КИНЕТИКА ФОТОТОКА В ГЕРМАНИИ, КОМПЕНСИРОВАННОМ ГЛУБОКИМИ МНОГОЗАРЯДНЫМИ ПРИМЕСЯМИ В ИНЖЕКЦИОННЫХ РЕЖИМАХ ПИТАНИЯ.....	59
<i>Ромашко Е.С.</i> КОНТРОЛЬ ДИСЛОКАЦИЙ И ОСТАТОЧНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МОНОКРИСТАЛЛАХ..	60

<i>Русакевич А.В.</i> АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО С БАЗОЙ ДАННЫХ «ОЧЕРЕДЬ НА ЖИЛЬЁ».....	61
<i>Свердлов Р.Ю.</i> РАЗРАБОТКА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО СЕРВЕРА НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ.....	62
<i>Сенченко И.В.</i> ДИФРАКЦИОННО-ВРЕМЕННОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ ВЗАМЕН РАДИОГРАФИИ.....	63
<i>Скоробогатов Д.В.</i> УСТРОЙСТВО БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ.....	64
<i>Скорород А.А.</i> СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА.....	65
<i>Скорород А.А.</i> СИСТЕМА ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РАЗМЕРНОЙ НАСТРОЙКИ ГПС.....	66
<i>Соколова К.И.</i> СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТАЛЬНЫХ БЕСШОВНЫХ ТРУБ КОМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ.....	67
<i>Стельмах И.В.</i> КОНТРОЛЬ ВОДОНАПОЛНЕННОСТИ СОТОВЫХ ПАНЕЛЕЙ САМОЛЕТОВ.....	68
<i>Стукалова Е.С., Сацута Т.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОЖАРА В ПОМЕЩЕНИИ .....	69
<i>Стукалова Е.С.</i> СИСТЕМЫ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЖИЛОГО ПОМЕЩЕНИЯ.....	70
<i>Судиловская К.А.</i> ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА.....	71
<i>Сытько О.А.</i> СИСТЕМА ОХРАНЫ ДИСТРИБУЦИОННО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА С РАЗРАБОТКОЙ СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ.....	73
<i>Тесленко В.Ю.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ.....	74
<i>Тимохова Т.В.</i> СИСТЕМА КОНТРОЛЯ АДГЕЗИИ МАЯТНИКОВЫМ МЕТОДОМ.....	75
<i>Ткаченко Н.В.</i> СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ И ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ЗДАНИЯ ИСПОЛКОМА.....	76

<i>Томащук В.С.</i> ФОРМИРОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЭМА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ.....	77
<i>Уланов А.М.</i> УСТРОЙСТВО СИГНАЛИЗАЦИИ.....	78
<i>Улич Т.В.</i> ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ МЕТОДОМ ОТРЫВА ЦИЛИНДРА.....	79
<i>Фарафонова В.В.</i> ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА.....	80
<i>Филатов М.И.</i> СИСТЕМА ОХРАНЫ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА С РАЗРАБОТКОЙ СИСТЕМЫ ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ .....	81
<i>Филон М.Ю.</i> КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА РЕЗАНЬЯ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ .....	83
<i>Храбров Д.Е.</i> МЕТОДИКА ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ВНУТРИ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВАНИИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ WiFi-СЕТИ .....	84
<i>Челединов А.Н., Сергеев К.Л.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ КАВИТАЦИОННЫХ ЗОН В ЖИДКОСТИ С ПОМОЩЬЮ КАВИТОМЕТРА.....	85
<i>Черновский Т.А.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ.....	86
<i>Черногробель Ю.А.</i> АВТОМАТИЧЕСКИЙ ГАЗОВЫЙ СИГНАЛИЗАТОР .....	87
<i>Черногробель Ю.А.</i> ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ...	88
<i>Шевчук П.Т.</i> ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР .....	89
<i>Ширяев П.Р.</i> ТОЧНОСТЬ НАКЛОННО-ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БУРЕНИЯ.....	90
<i>Шоломицкая М.М.</i> РАСЧЕТ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕРАВНОВЕСНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ПОЛУПРОВОДНИКАХ С УЧЕТОМ ОПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕЗАРЯДКИ ГЛУБОКИХ ПРИМЕСЕЙ И ДЕФЕКТОВ.....	91

*Шумский А.Э., Довгер Д.Ю., Звездов В.А.* МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПАРАМЕТРОВ ЖИДКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД ..... 92

*Яценко Я.О.* ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЛЬТРА ТОНКОПЛЕНОЧНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРОВ АММИАКА..... 93

## **СЕКЦИЯ 2. КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРОВ**

*Андриенко А.И.* ДИНАМИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА ПРИ СБОРКЕ ..... 94

*Балякин В.А.* МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ СТАНКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ КАБОШОНОВ ИЗ ДРАГОЦЕННЫХ И ПОЛУДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ ..... 95

*Барбарян Д.К.* УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНАЖЕРОМ ДЛЯ РАЗВИТИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ МЫШЦ ГОЛЕНИ ..... 96

*Богданчук К.А.* ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ГОЛОВОК СД-ПРИВОДОВ В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ..... 97

*Божеску А.О.* ЛИТОТРИПТЕР ..... 98

*Ватаву А.В.* МЕТОДОЛОГИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКИХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ ..... 99

*Волк Н., Ковалевич К.* СТАНОК ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ ШАРИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ..... 100

*Гемская Д.А.* ОБЗОР ФЕНОВ ДЛЯ УКЛАДКИ ВОЛОС НА СОВРЕМЕННОМ РЫНКЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ..... 101

*Глинский Е.А.* УСТАНОВКА АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ДЛЯ НАМОТКИ КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ ..... 102

*Гресик К.В.* УНИВЕРСАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕТАЛЛОВ ..... 103

*Гуцко И.О.* АЛГОРИТМ САМОНАСТРОЙКИ МАЯТНИКОВОГО КОМПЕНСАЦИОННОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ ..... 104

*Доста А.А.* ТЕХНОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИМПЛАНТОВ ОБРАБОТАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ОБРАБОТКИ ..... 105

<i>Драко Ю.В.</i> ОБЗОР МУЛЬТИВАРОК НА СОВРЕМЕННОМ РЫНКЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ .....	106
<i>Ермалович М.И.</i> УСТАНОВКА ДЛЯ РАСПИЛИВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПРОВОЛОЧНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ .....	107
<i>Ефименко Н.В.</i> НЕТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЗВОНОЧНИКА .....	108
<i>Залевский Т.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ .....	109
<i>Захаров В.Ю.</i> АХРОМАТИЧЕСКИЙ КОНДЕНСОР .....	110
<i>Зорко Д.В.</i> АСПИРАТОР ДЛЯ ОТБОРА ПРОБ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ .....	111
<i>Зыкова Е.И.</i> РАЗНОВИДНОСТЬ ОПЕРАЦИОННЫХ СТОЛОВ .....	112
<i>Иваницкая А.Л.</i> ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АППАРАТОВ РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ .....	113
<i>Кедышко Н.Л.</i> СТЕНД ДЛЯ ПОВЕРКИ ГАЗОВЫХ СЧЕТЧИКОВ ...	114
<i>Клишта А.В.</i> МАГНИТНО-ЖИДКОСТНЫЙ ПОДВЕС ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА МАЯТНИКОВОГО ГИРОКОМПАСА ....	115
<i>Ковалевич К.О.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ ШАРИКОВ ИЗ ПОДЕЛОЧНОГО КАМНЯ .....	116
<i>Коваль И.И.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПЕРВИЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ .....	117
<i>Ковальчук А.В.</i> К ПРОБЛЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАКУУМНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ТРЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ .....	118
<i>Кос А.С.</i> АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ МАГНИТОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ .....	119
<i>Кравченко А.Ю.</i> ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ СИСТЕМ..	120
<i>Красовская И.А.</i> УСТАНОВКА ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ ШАРОВ ОБРАЗИВНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ .....	121
<i>Крупский А.А.</i> РАЗРАБОТКА ЛАЗЕРНОГО РАСХОДОМЕРА .....	122

<i>Кузич О.М.</i> ГЛАВНЫЕ НЕДОСТАТКИ КОНСТРУКЦИИ ЦЕНТРИФУГ И СПОСОБЫ ЕЁ МОДЕРНИЗАЦИИ .....	123
<i>Кузнецов А.В.</i> УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ВИБРАЦИОННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ .....	124
<i>Кураленя А.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ .....	125
<i>Лабунь Е.И.</i> ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУРЫ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ .....	126
<i>Маркевич Д.Л.</i> ЭКОЛОГИЧНАЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩАЯ МАШИНА ДЛЯ КРЕСТЬЯНСКИХ ХОЗЯЙСТВ .....	127
<i>Маркушевский Д.А.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ПЕРЕКОСА КРЕСТОВОГО СТОЛА ОТ СМЕЩЕНИЯ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ СИСТЕМЫ ДВУХ КАРЕТОК .....	128
<i>Минченя А.В.</i> ПЬЕЗОРЕЗОНАНСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ КАСАНИЯ.....	129
<i>Минченя А.В.</i> УСТАНОВКА АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ КОНТРОЛЯ ЖЕСТКОСТИ СТЕРЖНЕВЫХ ВОЛНОВОДОВ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТРОМБОЛИЗИСА .....	130
<i>Можанская А.В.</i> СПЕКТРОФОТОМЕТР .....	131
<i>Мытько Т.О.</i> ОСОБЕННОСТИ ОПЕРАЦИОННОГО МИКРОСКОПА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ .....	132
<i>Наронский И.И.</i> МЕТОД FLIP CHIP С ОТРАЖАЮЩИМ ЗАДНИМ КОНТАКТОМ .....	133
<i>Насанович М.С.</i> УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЯЗКО-УПРУГОГИХ МАТЕРИАЛОВ ...	134
<i>Пилипенко А.О.</i> АППАРАТ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОКТЕЙЛЕЙ	135
<i>Podolianets P.</i> TI-FREE PVD HARD COATING .....	136
<i>Прус Е.А.</i> БАЛАНСИРОВОЧНЫЙ СТЕНД.....	137
<i>Савицкий А.Ю.</i> СТЕНД-СТОЙКА ДЛЯ ДЕТЕЙ С ДЦП.....	138

<i>Сандий А.А.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ ВОЛНОВОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ГИРОСКОПА .....	139
<i>Сидоров Д.Г.</i> УПРАВЛЯЕМАЯ ПЛАТФОРМА .....	140
<i>Ситник М.А.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАСПИЛИВАНИЯ ПРИ СООБЩЕНИИ ЗАГОТОВКЕ ДВУХМЕРНОГО КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ .....	141
<i>Скрупский Ф.В.</i> УЛУЧШЕНИЕ АКСЕЛЕРОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА МОНИТОРИНГА УРОВНЯ НЕЙРОМЫШЕЧНОЙ БЛОКАДЫ .....	142
<i>Терещенко А.В.</i> КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРИМЕТРОВ .....	143
<i>Терещенко С.О.</i> БЕСПРЕРЫВНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПАРОВ РТУТИ .....	144
<i>Третьякевич М.В.</i> РАСПЫЛИТЕЛЬ РАНЦЕВЫЙ STIHL SR 450 ....	145
<i>Тумченок М.Л.</i> САБЕЛЬНЫЕ НОЖОВКИ .....	146
<i>Фарино А.А.</i> КРОВАТЬ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МЕДИЦИНСКАЯ .....	147
<i>Хвесько В.С.</i> СОВРЕМЕННЫЕ РОБОТЫ-ПЫЛЕСОСЫ .....	148
<i>Хворик Н.Ю.</i> СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТОЧНОСТИ КРУИЗ-КОНТРОЛЯ АВТОМОБИЛЯ .....	149
<i>Чепелев С.Н., Чепелев А.Н.</i> АППАРАТЫ ЭКСПРЕСС ДИАГНОСТИКИ ТРАВМИРОВАННЫХ ПАЦИЕНТОВ .....	150
<i>Шарабура С.М.</i> СИСТЕМА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКА .....	151
<i>Шевчик П.С.</i> ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ФАЗОВЫЙ РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ .....	152
<i>Шимчук В.Е.</i> МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ СТАЛЕ .....	153
<i>Шлык В.А.</i> УСТАНОВКА ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ ШАРОВ КОЛЬЦЕВЫМ АЛМАЗНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ .....	154

*Щемелёва Е.А.* ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛЬЦЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ОБРАБОТКИ ..... 155

*Юденко И.С.* СОКОВЫЖИМАЛКИ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ..... 156

*Янович И.В.* КОМПЛЕКС УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АРТИКУЛЯЦИОННЫХ И ОККЛЮЗИОННОЙ НАРУШЕНИЙ ..... 158

### **СЕКЦИЯ 3. МИКРО- И НАНОТЕХНИКА**

*Августинович С.В.* ПОЛУЧЕНИЕ НАНОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА  $ZrO_2$  ДЛЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ ..... 159

*Августинович С.В.* ГЕРМЕТИЗАЦИЯ КОРПУСОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ ..... 160

*Августинович С.В.* ФОТОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЕОБРАЗОВАТЕЛИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ..... 161

*Артёмчик А.Г.* ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ АЗОТОМ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ТВЕРДОГО СПЛАВА H05..... 162

*Астапович А.В.* СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТАКТОВ В ЖЕСТКИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ ..... 163

*Астапович А.В.* ЕМКОСТЬ  $P-N$  ПЕРЕХОДА. ВАРИКАПЫ. ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАРИКАПОВ РЕЗОНАНС ..... 164

*Астапович А.В.* СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТАКТОВ В ЖЕСТКИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ ..... 165

*Белявская Т.С.* ПОРИСТЫЕ ФИЛЬТРЫ НА ОСНОВЕ СТЕКЛООБРАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ ..... 166

*Борейко А.В.* ВЛИЯНИЕ РАЗБРОСА ПАРАМЕТРОВ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ ..... 167

*Варавко С.С.* СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ХИМИКО - МЕХАНИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН ..... 168

*Голуб Н.А.* АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЦЕОЛИТОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ ..... 169

*Довыденко Е.М.* ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ 3D-ПЕЧАТИ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИЙ ..... 170



<i>Едало А.И.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЛЬФОНОВ.....	171
<i>Журавок А.А.</i> СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ .....	172
<i>Золотарев Е.А.</i> ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИИ КВАРЦЕВОГО УПРУГОГО ПОДВЕСА АКСЕЛЕРОМЕТРА НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ .....	173
<i>Ильина Н.А., Рахимова А.Д.</i> ОБРАБОТКА КРИВЫХ И СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАММ .....	174
<i>Карпович Т.А.</i> КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОЭМУЛЬСИОННЫХ СИСТЕМ .....	175
<i>Карсюк А. Ю.</i> МЕТОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ ДИЭЛЕКТРИКОВ .....	176
<i>Карсюк А.Ю.</i> МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИИ НА ТВЕРДЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ДИЭЛЕКТРИКИ .....	177
<i>Карсюк А.Ю.</i> ЭЛЕКТРОННЫЙ ПАРАМАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС...	178
<i>Ковальчук Ю.В.</i> ВЛИЯНИЕ ПЕРЕКРЕСТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ТОЧНОСТЬ ММГ РОТОРНОГО ТИПА .....	179
<i>Козлова Т.А., Шелухин К.А.</i> СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ПИРОЛИЗОМ $C_2H_4$ НА ПОРОШКАХ $LaNi_5$ .....	180
<i>Козловская К.А.</i> ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОЗОЛЕЙ КРЕМНЕЗЕМА В ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКЕ .....	181
<i>Мокич А.А.</i> МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДАТЧИКОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА.....	182
<i>Пасынков А.В.</i> НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПРОЗРАЧНЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ НА ГНУЩИХСЯ ПОДЛОЖКАХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЖК-ДИСПЛЕЯХ .....	183
<i>Пацино Е.В.</i> ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ГРУППЫ $A^{IV}B^{IV}$ В ЭЛЕКТРОНИКЕ .....	184
<i>Пузырев И.С.</i> ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ПРОЗРАЧНОЙ СТЕКЛОКЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ БОРАТОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....	185

<i>Пузырев И.С</i> ТЕРМОБИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПРУЖИНЫ: СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ.....	186
<i>Пузырев И.С</i> ЭФФЕКТ ГАННА.....	187
<i>Романова К.В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА НАНОМАТЕРИАЛОВ .....	188
<i>Семенов Ю.А.</i> ПЕНООБРАЗОВАНИЕ В РАСТВОРАХ ПАВ.....	189
<i>Синяк В.М.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕГИРОВАННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СЛОЕВ ЭПИТАКСИЕЙ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ .....	190
<i>Струковская М.Р.</i> ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ БОРАТ-ВИСМУТА(ViVO) .....	191
<i>Судиловская К.А.</i> ЗАВИСИМОСТЬ СТРУКТУРЫ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ.....	192
<i>Судиловская К.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ МИКРОТВЕРДОСТИ ВДАВЛИВАНИЕМ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АСМ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОТПЕЧАТКА .....	193
<i>Судиловская К.А.</i> ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ФАРФОРА.....	194
<i>Судиловская К.А.</i> МАТЕРИАЛЫ С ЭФФЕКТОМ «ПАМЯТИ ФОРМЫ» ПРИМЕНЕНИЯ .....	195
<i>Судиловская К.А.</i> СКАНИРУЮЩАЯ ТУННЕЛЬНАЯ МИКРОСКОПИЯ .....	196
<i>Тарендь М.В.</i> ПОЛУЧЕНИЕ ГРАФЕНА МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ .....	197
<i>Тарендь М.В.</i> ПРИМЕРЫ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА ...	198
<i>Тарендь М.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ И ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЭМС УСТРОЙСТВ .....	199
<i>Тимина И.Э.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТРАВЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ.....	200

<i>Козлова Т.А., Шелухин К.А.</i> ИЗГОТОВЛЕНИЕ МИКРО- И НАНО-СТРУКТУР МЕТОДОМ ГЛУБОКОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ЛИТОГРАФИИ .....	201
<i>Ширяева Т.И.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАСТИЦ ПОРОШКОВ В КАЧЕСТВЕ НАКОНЕЧНИКОВ ЗОНДОВ СЗМ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ .....	202
<i>Ширяева Т.И.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	203
<i>Шкляр Д.С.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА (СВС) ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ .....	204
<i>Шкляр Д.С.</i> ХОЛОДНАЯ СВАРКА ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ КОРПУСОВ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ .....	205
<i>Шкляр Д.С.</i> ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АМОРФНЫХ МАГНИТОМЯГКИХ МАТЕРИАЛОВ .....	206
<i>Шкляр Д.С.</i> ЭКСИТОНЫ .....	207
<i>Щербаклова Т.М.</i> ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТЕКОЛ .....	208
<i>Якутович А.Г.</i> ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ПЛЕНКИ .....	209

#### **СЕКЦИЯ 4. ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ**

<i>Абашева А.В.</i> ПОЛУЧЕНИЕ НА СИТАЛЛЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ НАНООБЪЕКТОВ .....	210
<i>Бахаревич А.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ В СЛОЖНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ .....	211
<i>Бойко Д.С.</i> ЛАЗЕРНОЕ КОНТРОЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СФЕРОИДНЫХ РЕФЛЕКТОРОВ .....	212

<i>Бондарук В.В., Василевич А.В.</i> ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЛАЗЕРНОГО КАНАЛА УПРАВЛЕНИЯ РАКЕТОЙ .....	213
<i>Буняк А.М.</i> РАСЧЕТ ПРИЕМНОГО КАНАЛА ПРИБОРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЛАЗЕРНОГО ДАЛЬНОМЕРА .....	214
<i>Вилейшикова Е.В.</i> ЛЮМИНОФОРЫ НА ОСНОВЕ ОКСИФТОРИДНЫХ СТЕКОЛ С ИОНАМИ ИТТЕРБИЯ, ЕВРОПИЯ И ЭРБИЯ .....	215
<i>Газизова Э.А.</i> МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ РАБОТЕ НА ЛАЗЕРНЫХ УСТАНОВКАХ .....	216
<i>Глазунов И.В.</i> ПРОСВЕТЛЯЮЩАЯСЯ СРЕДА НА ОСНОВЕ СИТАЛЛОВ С НАНОКРИСТАЛЛАМИ $\text{Co}^{2+}:\text{Ga}_2\text{O}_3$ .....	217
<i>Голубченко В.В., Андрияш А.С.</i> ПРИЦЕЛ ДНЕВНО-НОЧНОЙ .....	218
<i>Гусакова Н.В., Демеш М.П., Барашкова М.Б.</i> РОСТ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИСТАЛЛОВ $\text{Ca}_{10}\text{K}(\text{VO}_4)_7$ АКТИВИРОВАННЫХ ИОНАМИ $\text{Yb}^{3+}$ .....	219
<i>Гусакова Н.В., Демеш М.П., Барашкова М.Б.</i> РОСТ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИСТАЛЛОВ $\text{Ca}_{10}\text{K}(\text{VO}_4)_7$ АКТИВИРОВАННЫХ ИОНАМИ $\text{Er}^{3+}$ .....	220
<i>Дернович О.П.</i> ЛЮМИНЕСЦИРУЮЩЕЕ ОКСИФТОРИДНОЕ СТЕКЛО С ИОНАМИ ИТТЕРБИЯ И ТУЛЛИЯ .....	221
<i>Захарова А.Н.</i> ТЕРМИЧЕСКАЯ ЛИНЗА В КРИСТАЛЛЕ ВАНАДАТА $\text{Er, Yb:YVO}_4$ .....	222
<i>Зюзюн Е.В.</i> МАЛОГАБАРИТНЫЕ ОЧКИ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ ...	223
<i>Кедысь А.А.</i> МЕТОД ОФТАЛЬМО-МИОРЕЛАКСАЦИИ .....	224
<i>Ковтун Ю.Ю.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДА «ИНТЕГРИРУЮЩЕЙ СФЕРЫ» И ГОНИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВЕТОВОГО ПОТОКА ДЛЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ СВЕТОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ .....	225
<i>Колаша С.С., Тихиня Е.О., Костусев А.В.</i> РЕЗУЛЬТАТЫ УЧАСТИЯ КОМАНДЫ БНТУ В 8-ОЙ ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЕ ПО "ОПТОТЕХНИКЕ" .....	226

<i>Колаша С.С.</i> ВНЕОСЕВОЙ КОЛЛИМАТОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИСТОРСИИ ОЭП .....	227
<i>Корза Е.В.</i> ЗЕЛЕНАЯ АП-КОНВЕРСИОННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В СИТАЛЛАХ С НАНОКРИСТАЛЛАМИ $\text{Er}_2(\text{Ti,Zr})_2\text{O}_7$ .....	228
<i>Кучугура И.О.</i> ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОПОРЯДКОВЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ ЛИНЗ .....	229
<i>Лагацкая Н.А.</i> МЕТОДИКА РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТИВА И ПРИЕМНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ СИСТЕМЫ .....	230
<i>Лантева Е.О., Сафонов В.В.</i> МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОДНОВРЕМЕННОГО ДВУСТОРОННЕГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ЛИНЗ С ТОНКИМ ЦЕНТРОМ .....	231
<i>Нарчук А.Е., Костусев А.В.</i> АЭРОДРОМНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА .....	232
<i>Pavlovets M.</i> VISUALIZATION OF MONTE-CARLO SIMULATION FOR THE ELLIPSOIDAL BIOMETRIC SYSTEM .....	234
<i>Perekhodko P.</i> THE SPATIAL DISTRIBUTION OF LASER RADIATION REFLECTED BY A ROUGH SURFACE .....	235
<i>Печена М.Р.</i> ОЦЕНКА ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ С ПОМОЩЬЮ ИНФРАКРАСНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	236
<i>Плави Ванзос Е.С.</i> ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ МЕДИЦИНСКИХ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕПЛОВИЗОРОВ .....	237
<i>Подтабачный А.И.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОГО ЛАЗЕРНОГО МОДУЛЯ В ПРАКТИКЕ ФИЗИОТЕРАПИИ .....	238
<i>Пономаренко А.С., Стецкая А.В.</i> ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАММЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ АДАПТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПРИ МАГНИТОЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ .....	239
<i>Пугина М.А.</i> ВТОРИЧНЫЙ ЭТАЛЛОН ЯРКОСТИ НА БАЗЕ ИНТЕГРИРУЮЩЕЙ СФЕРЫ .....	240

<i>Свиштунова А.С.</i> БЕЗОПАСНЫЙ ДЛЯ ГЛАЗ ЛАЗЕР НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛА $\text{Er,Yb:GdAl}_3(\text{BO}_3)_4$ , ИЗЛУЧАЮЩИЙ В СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ 1.5-1.6 МКМ .....	241
<i>Серый Е.А.</i> МЕТОД ОЦЕНКИ КОНТРАСТА ИЗОБРАЖЕНИЙ МУЛЬТИФОКАЛЬНЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ ЛИНЗ .....	242
<i>Старосотников Н.О.</i> ВЫСОКОТОЧНЫЙ ЦИФРОВОЙ АВТОКОЛЛИМАТОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАЛЫХ УГЛОВ .....	243
<i>Степанова Ю.А.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗЕРКАЛЬНОГО ОТРАЖАТЕЛЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ TRACERPRO ...	244
<i>Стрельникова А.С.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ, ОСНОВАННЫХ НА ИЗМЕРЕНИЯХ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕТА, ПРИ КОНТРОЛЕ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ СРЕД .....	245
<i>Тихиня Е.О.</i> ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ СОГЛАСОВАНИЯ ЛИНИИ ВЫСТРЕЛА С ЛИНИЕЙ ВИЗИРОВАНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ПРИЦЕЛА .....	246
<i>Тихоненков И.И., Андрияш А.С.</i> ПРИЦЕЛ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ .....	247
<i>Холин В.В., Войцехович В.С., Гамалия Н.Ф., Чепурна О.Н.</i> ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ОПУХОЛИ В ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ .....	248
<i>Шмарловская К.С., Андрияш А.С.</i> БИНОКУЛЯРНЫЙ ПРИБОР НОЧНОГО ВИДЕНИЯ .....	250

## **СЕКЦИЯ 5. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

<i>Адамович Д.П.</i> ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОП – ТРАНЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ .....	251
<i>Алексейчиков А.А.</i> О ВКЛАДЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СТЕПЕНИ СВОБОДЫ В ТЕПЛОЕМОСТЬ МНОГОАТОМНЫХ МОЛЕКУЛ..	252
<i>Барандич Е.С.</i> СВЯЗЬ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ И УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТЬЮ ДЕТАЛЕЙ .....	253
<i>Безлюдов А., Тростянка С.</i> МАГНИТНЫЕ ЖИДКОСТИ. СПОСОБЫ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ .....	254

<i>Белявский Д.С.</i> ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ РЕАКТИВНОГО МАГНЕ- ТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИ- СТИКИ ПОКРЫТИЙ БИНАРНЫХ НИТРИДОВ $TiCrN$ , $TiSiN$ , $TiAlN$ .....	255
<i>Болтрукевич А.О.</i> БУЛЕВА АЛГЕБРА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ .....	256
<i>Борейко А.А.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ХАРАКТЕРИ- СТИК ВИДЕОКАМЕР .....	257
<i>Бугаёв Д.В.</i> РАЗРАБОТКА КОНТУРНОГО ГИРОСКОПА .....	258
<i>Буйневич М.В.</i> ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗО- ВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЗНАНИЕПРОВОДЯЩЕЙ СЕТИ .....	259
<i>Буйневич М.В.</i> АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИ- РОВАНИЯ ТЬЮТОРОВ .....	260
<i>Бурвель А.В.</i> МЕХАНИЗМЫ ДЕГРАДАЦИИ СВЕТОДИОДОВ .....	261
<i>Веевник И.С.</i> УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕ- ЛЕНИЯ ПОСТОЯННОЙ ПЛАНКА ИЗ ВНЕШНЕГО ФОТОЭФ- ФЕКТА .....	262
<i>Водзик Д.П.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СУБЪЕКТИВНОГО ФАКТОРА НА РЕЗУЛЬТАТЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ .....	263
<i>Волков Н.Н.</i> МАКЕТИРОВАНИЕ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ .....	264
<i>Гавриш М.А.</i> ДИАГНОСТИКА СТАНКОВ С ЧПУ НА ОСНОВА- НИИ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА.....	265
<i>Гинько В.П.</i> ЦВЕТОПЕРЕДАЧА ОТ ИСТОЧНИКОВ БЕЛОГО СВЕТА .....	266
<i>Галдович А.Н.</i> УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРОЙ ЛОГИЧЕСКОГО АВТОМАТА С ПАМЯТЬЮ .....	267
<i>Горбатюк О.О.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНАШИВАНИЯ ФРИКЦИ- ОННОЙ ПАРЫ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ .....	268
<i>Дембицкий Ю.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ФОТОУПРУГО- СТИ НАГРУЖЕННЫХ СОСТОЯНИЙ МОДЕЛЕЙ .....	269

<i>Денисов И.Г.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И НОВЫХ ФОРМ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ .....	270
<i>Дубенец С.</i> ЛИТЬЁ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ НА 3D-ПРИНТЕРЕ .....	271
<i>Зайченко С.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПЬЕЗОДВИГАТЕЛЯХ ФОРМИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ В МИКРО- И НАНОПРОСТРАНСТВЕ .....	272
<i>Зубрицкая Е.А.</i> СВЕТОДИОДНАЯ ДИАГНОСТИКА ДЕФЕКТОВ ЦВЕТОВОСПРИЯТИЯ .....	273
<i>Карпинович К.Б.</i> СОТОВАЯ СВЯЗЬ В БЕЛАРУСИ, 2G, 3G, 4G .....	274
<i>Кипарин А.И., Самусенко А.А.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА РАЗЛИЧНОГО ТИПА .....	275
<i>Климович И.М., Пилько В.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХТВЁРДЫХ, ИЗНОСОСТОЙКИХ, НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ, КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ТЕНАРНЫХ НИТРИДОВ Ti-Zr-N В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ .....	276
<i>Климович И.М., Пилько В.В., Романов И.А.</i> РЕАКТИВНОЕ МАГНЕТРОННОЕ НАНЕСЕНИЕ ТВЕРДЫХ НАНОКОМПОЗИТНЫХ ПОКРЫТИЙ TiAlN С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ .....	277
<i>Ковалевский В.О.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПТИЧЕСКИХ СХЕМ ПРИВОДОВ СЪЕМНЫХ НОСИТЕЛЕЙ .....	278
<i>Корытко А.Г.</i> МЕХАНИЗМ ЦВЕТОВОГО ЗРЕНИЯ И КОЭФФИЦИЕНТ ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ .....	279
<i>Кот П.И.</i> ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ ПЕРВИЧНЫХ СВЕТОДИОДНЫХ ЛИНЗ .....	280
<i>Кошель Е.В., Святский А.Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИК-СВЕТОДИОДОВ .....	281
<i>Кугаро Е.А.</i> ВЛИЯНИЕ ДЕГРАДАЦИИ РАССЕИВАТЕЛЕЙ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ, ОБЛУЧЕННЫХ БЫСТРЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ, НА СПЕКТР ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ....	282



<i>Кузнецов А.В.</i> ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРИБОР LABVIEW ДЛЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ .....	283
<i>Ладутько М.М.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ КОББА-ДУГЛАСА .....	284
<i>Ладыш Я.Л.</i> КОЭФФИЦИЕНТ ЭЛАСТИЧНОСТИ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ .....	285
<i>Литвинко Д.С.</i> ДАТЧИКИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОСНОВЕ ГЕРКОНОВ.....	286
<i>Луцив Т.В.</i> ПРОБЛЕМА РАЗРУШЕНИЯ ГОРНОЙ СКАЛЫ «ЛАСТОЧКИНОГО ГНЕЗДА» И МЕТОДЫ ЕЁ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	287
<i>Лысяк А.Д.</i> МАКЕТИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ АКУСТИЧЕСКИХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ .....	288
<i>Маслюк Е.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА МЕТОДОМ ГАЗОРОЗРЯДНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ .....	289
<i>Массальский М.И.</i> ПРИНЦИП ФОРМИРОВАНИЯ КОМАНДНОГО СИГНАЛА В СХЕМАХ РАДИОУПРАВЛЯЕМЫХ МОДЕЛЕЙ .....	290
<i>Матюш И.И.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА В ЗВУКОВОЙ ИНЖЕНЕРИИ .....	291
<i>Матяш В.А.</i> СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ .....	292
<i>Микитенко А.В.</i> АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ OFFSIDE.....	293
<i>Мовламов В.Р.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫМИ УРАВНЕНИЯМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ .....	294
<i>Мошинец Я.О.</i> ПРОХОЖДЕНИЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ .....	295
<i>Нетецкая Т.Е.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ДАТА-ЦЕНТРЫ КАК ПРОИЗВЕДЕНИЯ ИСКУССТВА .....	296
<i>Нетецкая Т.Е.</i> БИБЛИОТЕКА ОБЛАЧНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ КУРСОВ .....	297

<i>Ожороков А.И.</i> УПРАВЛЕНИЕ НЕУСТОЙЧИВОЙ СИСТЕМОЙ НА БАЗЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ .....	298
<i>Олехнович Е.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	299
<i>Петрашко В.В.</i> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ С ПРИЛОЖЕНИЯМИ «ANDROID» ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ .....	300
<i>Позняк Д.О.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ СМАРТФОНОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ .....	301
<i>Прохоров Н.П.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ ПЕЛЬТЬЕ .....	302
<i>Проценко Т.Л.</i> СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖУЩИХСЯ ЧАСТИЦ ПРИ ФЛОТАЦИОННОЙ ОЧИСТКЕ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД .....	303
<i>Разумный А.И.</i> РОЛЬ НЕКОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ В ФОРМИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ СОВРЕМЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА .....	304
<i>Рубанов М.С.</i> О БИОЛОГИЧЕСКОМ ДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЕГО В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ .....	305
<i>Савицкая М.И.</i> ГАДЖЕТЫ НОСИМОЙ ТЕХНОЛОГИИ .....	306
<i>Самохвал П.М.</i> ДИНАМИКА КРУЧЕНОГО МЯЧА.....	307
<i>Сапожникова Л.О.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗНАНИЕПРОВОДЯЩИХ СЕТЕЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ .....	308
<i>Святский А.Н., Кошель Е.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИЕМНИКОВ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ....	309
<i>Сергиенко А.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА .....	310
<i>Симута Н.А.</i> ЗАДАЧИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ .....	311
<i>Скворцов А.Ю.</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОFD-МЕТОДА УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ....	312

<i>Скурат О.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НА КАМВОЛЬНО-ПРЯДИЛЬНОЙ ФАБРИКЕ .....	313
<i>Соколенко Н.В.</i> ДИАГНОСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ НА ОСНОВЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА .....	314
<i>Стефанишин З.С.</i> ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИ НАСТРАИВАЕМЫХ ГИРОСКОПОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ .....	315
<i>Столяров А.В., Атрещенок В.А.</i> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ СПЕКТРОВ МОНОХРОМАТОРА МДР-23 .....	316
<i>Топал А.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА .....	317
<i>Уваров В.Г.</i> ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ УСКОРЕННО ДВИЖУЩЕГОСЯ ЭЛЕКТРОНА ДЛЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ СВЕТА .....	318
<i>Фиалковский П.А.</i> ОЦЕНКА СТРУКТУР БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ФРАКТАЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ .....	319
<i>Чекун Е.С.</i> БЕЛОРУССКИЕ СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ .....	320
<i>Шапкина А.С., Рудик Н.А.</i> ПОЛУЧЕНИЕ КОРДИЕРИТСОДЕРЖАЩЕЙ КЕРАМИКИ ПО РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ .....	321
<i>Шарабура С.М.</i> ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ .....	322
<i>Шипуля Д.В.</i> СРАВНЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ВОЛЬТАМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВАКУУМНОГО ДИОДА .....	323
<i>Широкая О.С.</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА WOLFRAM ALPHA .....	324

#### **СЕКЦИЯ 6. СПОРТИВНАЯ ТЕХНИКА**

<i>Кугаро Е.А.</i> ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ ФЕХТОВАЛЬЩИКА .....	325
--	-----

<i>Шейкина Т.В.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ФИГУРИСТОВ	326
<i>Белоус П.А.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРЯМОГО НАПАДАЮЩЕГО УДАРА В ВОЛЕЙБОЛЕ .....	327
<i>Шпиринок Д.С.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ДВИГАТЕЛЬНО-КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ГАНДБОЛИСТА .....	328
<i>Макаревич Д.А.</i> ТРЕНАЖЕР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО СТЕРЕОТИПА НАВЕДЕНИЯ СПОРТИВНОГО ОРУЖИЯ НА ЦЕЛЬ В БИАТЛОНЕ .....	329
<i>Барковский Д.А.</i> ГРАВИТАЦИОННЫЙ ХРОНОРЕФЛЕКСОМЕТР	330
<i>Чайчиц Е.А.</i> ТРЕНАЖЕР ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ ПРИЕМА МЯЧА В ТЕННИСЕ .....	331
<i>Шут В.С.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ .....	332
<i>Говзич С.В.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СПОСОБНОСТИ К ОРИЕНТИРОВАНИЮ В ПРОСТРАНСТВЕ .....	333
<i>Иванов Р.С.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТОЧНОСТИ ПОПАДАНИЯ МЯЧА ПРИ УДАРЕ ПО ФУТБОЛЬНЫМ ВОРОТАМ .....	334
<i>Красникевич Д.Л.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРАВИЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ УДАРОВ ГОЛОВОЙ ПО МЯЧУ В ФУТБОЛЕ .....	335
<i>Зинкевич П.Ю.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗВИТИЯ И ОЦЕНКИ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ МЫШЦ КИСТЕЙ РУК ...	336
<i>Левчук О.С.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ МЫШЦ ТУЛОВИЩА .....	337
<i>Гиль М.А.</i> ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОТРАБОТКИ ПРИЕМА МЯЧА В НАСТОЛЬНОМ ТЕННИСЕ .....	338
<i>Пушинова В.Н.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ВИБРАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ .....	339
<i>Григорьев Д.А.</i> ГИДРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ МОЩНОСТИ ГРЕБКОВЫХ ДВИЖЕНИЙ ПЛОВЦА ...	340

<i>Калодько Е.А.</i> ТРЕНАЖЕР «ЩИТ-ОТРАЖАТЕЛЬ» ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ СПОРТСМЕНОВ В НАСТОЛЬНОМ ТЕННИСЕ .....	341
<i>Бойчук М.А., Лесников А.Г.</i> РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА .....	342
<i>Рубан М.Л.</i> ПРИСОСКИ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ПУЛЬСОМЕРА .....	343
<i>Силич В.В.</i> СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕРКИ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФУТБОЛЬНОГО МЯЧА .....	344
<i>Шумская М.О.</i> ВЛИЯНИЕ КОРРЕКТНОСТИ ТЕРМИНОЛОГИИ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ОЦЕНОК В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ .....	345

#### **СЕКЦИЯ 7. СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

<i>Алферчик О.В.</i> ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	347
<i>Бакунович В.В.</i> НОРМАТИВНО – МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРОДУКЦИИ НА НПО «ФЕНОКС» .....	348
<i>Белая Т.В.</i> НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН .....	349
<i>Гиль Н.Н.</i> СУБЪЕКТИВНЫЕ И ОБЪЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В СОВРЕМЕННОЙ КОЛОРИМЕТРИИ .....	350
<i>Гиль Н.Н.</i> ШКАЛЫ ЦВЕТОВЫХ МОДЕЛЕЙ В КОЛОРИМЕТРИИ .....	351
<i>Гуляко Е.Н.</i> НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ И ЭНТРОПИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ .....	352
<i>Гуляко Е.Н., Токаренко И.М.</i> МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭСПЕРТИЗЫ.....	353
<i>Дашкевич Е.А.</i> ОЦЕНКА СИСТЕМ НЕОДНОРОДНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА .....	354
<i>Дашкевич Р.А.</i> ЭКСПЕРТНЫЙ МЕТОД КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ СИСТЕМ НЕОДНОРОДНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ .....	355

<i>Демидович А.Г.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОРАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИСТОЧНИКОВ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ .....	356
<i>Ермачкова А.А., Савицкая Н.М.</i> НЕОБХОДИМОСТЬ ЛИДЕРСТВА В СИСТЕМЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ.....	357
<i>Жужа А.В.</i> УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛАМЕННО-ИОНИЗАЦИОННОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА УГЛЕВОДОРОДОВ ВЫБРОСОВ АВТОМОБИЛЯ .....	358
<i>Казакевич Е.В.</i> ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА.....	359
<i>Кваша Ю.И., Гусачёк Д.А.</i> ВОПРОСЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ .....	360
<i>Кмита Н.Ю.</i> НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ИЗ ТОРФА .....	361
<i>Коваленя В.Ю.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН .....	362
<i>Ковальчук А.В.</i> МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ПОКРЫТИЙ И ТОНКИХ ПЛЕНОК .....	363
<i>Комиссарова К.В.</i> МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СВЕТООТРАЖАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	364
<i>Краснова М.А.</i> МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА ШКАЛЫ В СИСТЕМЕ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ .....	365
<i>Крышнев М.М.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАНОВ СО СТУПЕНЧАТОЙ ГРУППИРОВКОЙ В МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ .....	366
<i>Крышнев М.М.</i> СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ПО СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОЦЕНИВАНИЮ ТОЧНОСТНЫХ И АНАЛИТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МВИ НА БАЗЕ MICROSOFT OFFICE EXCEL .....	367
<i>Бобачёнок М.А.</i> НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ФИЛЬТРОВ ВОЗДУШНЫХ.....	368

<i>Kupreeva Galina, Sherbina Anna</i> RISK MANAGEMENT PROCESS AS PART OF INFORMATION SECURITY MANAGEMENT SYSTEM .....	369
<i>Лесин А.С., Навоев Я.Э.</i> ВЫБОР КРИТЕРИЕВ ПРОВЕРКИ КВАЛИФИКАЦИИ ЛАБОРАТОРИИ .....	370
<i>Минов Н.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ SRC КОДОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ БЛОКОВ ДАННЫХ .....	371
<i>Невердасов А.С.</i> МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ УЗЛОВ КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКИ .....	372
<i>Ромбальская О.И.</i> ПОВЫШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА.....	373
<i>Ромбальская О.И.</i> АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ С ПОЗИЦИЙ КАЧЕСТВА .....	374
<i>Савченко С.В.</i> ПРИНЦИП ПАРЕТО КАК ЭФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ .....	375
<i>Сальников Ю.А., Судиловская К.А.</i> СТАНДАРТИЗАЦИЯ НИЗКОПороГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦВЕТОВОСПРОИЗВОДЯЩИХ УСТРОЙСТВ .....	376
<i>Телебук О.И., Евсеенко Т.И.</i> ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ И ЗАВИСИМОСТЕЙ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК НА БАЗЕ СТБ ИСО 5725-2 .....	377
<i>Телебук О.И., Евсеенко Т.И.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ ЭКСПЕРТНОЙ ШКАЛЫ .....	378
<i>Тишковаец Ю.А.</i> КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ .....	379
<i>Фурт О.С.</i> СИСТЕМА ЭТАЛОННЫХ СИГНАЛОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ОДИНОЧНЫХ ТЕНЗОРЕЗИСТОРОВ .....	380
<i>Хмелевская А.А.</i> АНАЛИЗ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ .....	381

<i>Хмелевская А.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ КООРДИНАТНОГО КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ПОЛЕЙ ДОПУСКОВ .....	382
<i>Шишкина Н.В.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПЫТАНИЙ БУМАЖНОЙ ПРОДУКЦИИ .....	383
<i>Щербина А.К., Азаренок Ю.С.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЕКЦИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ .....	385
<i>Щербина А.К., Савицкая Н.М., Азаренок Ю.С.</i> ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПАС-3D .....	386
<i>Щербина А.К., Савицкая Н.М., Азаренок Ю.С.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ FLASH-ТЕХНОЛОГИЙ В ИНТЕРАКТИВНОМ ОБУЧЕНИИ .....	387
<i>Дмитерчук Е.А., Логвиненко А.С., Щербина А.К.</i> ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ В СООТВЕТСВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ СТАНДАРТОВ ISO .....	388
<i>Токаренко И.М., Щербина А.К.</i> ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САЙТА КАФЕДРЫ .....	389

#### **СЕКЦИЯ 8 ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ В ОБЛАСТИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

<i>Атаманенко В.В.</i> СПОСОБЫ К АНАЛИЗУ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ .....	390
<i>Буйнич Е.И.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ КАК ЭЛЕМЕНТА ОБЩЕЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	391
<i>Бунина Д.А.</i> РОЛЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ДИВЕРСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	392
<i>Датице К.В.</i> СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЕМОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ .....	393
<i>Дехтярук В.В.</i> ЗНАЧЕНИЕ УЧЕТА ЗАТРАТ ПРОИЗВОДСТВА КАК ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ .....	394
<i>Захарова В.Г.</i> ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	395



<i>Захарова В.Г.</i> ПРОБЛЕМЫ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ЭКОНОМИКУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	396
<i>Казак Е.В.</i> ЛАТЕРАЛЬНЫЙ МАРКЕТИНГ КАК НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ .....	397
<i>Калинин А.Ю.</i> РАЗВИТИЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТЬЮ НА УРОВНЕ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	398
<i>Каменко И.И.</i> ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГ КАК ВАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРОДУКЦИИ НА РЫНОК .....	399
<i>Киселевская А.Г.</i> ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ТОВАРОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА РЫНКЕ .....	400
<i>Козлова Е.А.</i> ФАКТОРЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	401
<i>Короленя М.П.</i> ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ БЕЛОРУССКИХ БРЕНДОВ НА МЕЖДУНАРОДНОМ РЫНКЕ ТОВАРОВ И УСЛУГ .....	402
<i>Кушнер М.А.</i> РОЛЬ И МЕСТО ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СТРАНЫ В МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛЕ .....	403
<i>Ладутько М.М.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОРПОРАЦИЙ В ЕЭП .....	404
<i>Ледяев А.Л.</i> РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ИНТЕГРИРОВАННОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ БИЗНЕС-ИНКУБИРОВАНИЯ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	405
<i>Маслюкова А.С.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ В ОРГАНИЗАЦИИ .....	406
<i>Масляк А.М.</i> ВЕНЧУРНЫЕ ИНВЕСТИЦИИ КАК ВЫГОДНОЕ ВЛОЖЕНИЕ В ИННОВАЦИОННЫЙ БИЗНЕС .....	407
<i>Масляк А.М.</i> HR-БРЕНДИНГ КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ИМИДЖА КОМПАНИИ .....	408
<i>Мойсейчик Д.А.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ СОВРЕМЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	409
<i>Мойсейчик Д.А.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ БРЕНДИНГА ПРИ ПРОДВИЖЕНИИ ТОВАРОВ .....	410

<i>Невская К.И.</i> ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ .....	411
<i>Нечай О.С.</i> КРУГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ КАК СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПЕРСОНАЛА .....	412
<i>Рагель В.В.</i> ПРИБЫЛЬ ТОРГОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ: ЗНАЧЕНИЕ И РЕЗЕРВЫ РОСТА.....	413
<i>Петрукович О.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ «МАРКЕТИНГ-МИКС» НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	415
<i>Прасмыцкая А.К.</i> РАЗВИТИЕ МОЛОДЕЖНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЕ.....	416
<i>Приходько Е.В.</i> СИНЕРГИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ПРИ СОЗДАНИИ КЛАСТЕРА .....	417
<i>Приходько Е.В.</i> ФИНАНСОВЫЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КЛАСТЕРА .....	418
<i>Савицкая Т.Ю.</i> ОСОБЕННОСТИ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В РЕСПУБЛИКУ БЕЛАРУСЬ .....	419
<i>Сафронова О.В.</i> ОБМЕН КАДРАМИ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	420
<i>Сафронова О.В.</i> ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАКАЗ НА БИЗНЕС-ИНКУБИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОДДЕРЖКИ МАЛОГО ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА .....	421
<i>Свирид О.Д.</i> БЕЛОРУССКАЯ МОДЕЛЬ ЗЕМЕЛЬНОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ .....	422
<i>Соломко М.В.</i> БЕНЧМАРКИНГ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕСОМ .....	423
<i>Степаненко В.И.</i> ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РАЗВИТИЯ РЫНКА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ .....	424
<i>Терешко И.М.</i> СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ .....	425
<i>Тетердынко А.Н.</i> ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕНЕДЖМЕНТА И МАРКЕТИНГА .....	426

<i>Тюшкевич Ю.И.</i> КОУЧИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ВЛИЯНИЯ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ .....	427
<i>Уляй О.В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТИМБИЛДИНГА .....	428
<i>Филипп К.Д.</i> УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ .....	429
<i>Филипп К.Д.</i> ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ .....	430
<i>Черенко И.И.</i> УПРАВЛЕНИЕ ВАЛЮТНЫМИ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ .....	431
<i>Чернов Д.С.</i> НЕОБХОДИМОСТЬ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ КОНКУРЕНЦИИ .....	432
<i>Шарапо Ю.А.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА .....	433
<i>Шевченко К.С.</i> СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ КАК ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ БЕЛОРУССКОЙ ПРОДУКЦИИ .....	434
<i>Шелег Е.Н.</i> ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ УСЛУГИ И УСЛОВИЯ ИХ РАЗВИТИЯ.....	435
<i>Шкред Д.Д.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	436

Научное издание

**НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

**МАТЕРИАЛЫ**

7-й Международной студенческой  
научно-технической конференции

*23–25 апреля 2014 г.*

Ответственный за выпуск *Р.И. Воробей*

Оформление и компьютерная верстка *Е.А. Грабчиковой, Н.Н. Ризноокой*

Подписано в печать 16.04.2014. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 27,14. Уч.-изд. л. 21,23. Тираж 130. Заказ 250.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.